RB147 684

Library
of the
University of Toronto

TRAITÉ
DU FLUX ET DU REFLUX
DE LA MER,

D'APRÈS LA THÉORIE ET LES OBSERVATIONS.

Extrait du quatrieme Volume

DE L'ASTRONOMIE

PAR M. DE LA LANDE,

Lecteur Royal en Mathématiques, de l'Académie Royale des Sciences de Paris; de celles de Londres, de Pétersbourg, de Berlin, de Stockholm, de Bologne, &c. Censeur Royal.

A PARIS,

Chez la Veuve DESAINT, rue du Foin-Saint-Jacques.

M. DCC. LXXXI.

AVEC PRIVILEGE DU ROI.

TRAITÉ
DU FLUX ET DU REFLUX DE LA MER,
D'APRÈS LA THÉORIE ET LES OBSERVATIONS.

1. LES phénomenes du flux & du reflux de la mer ont étonné les hommes dans tous les temps; & la cauſe des marées a ſemblé aux plus grands Philoſophes ce qu'il y avoit de plus curieux & de plus difficile à rechercher dans la nature. Avant la découverte de l'attraction, l'on n'avoit rien dit qui fût même tant ſoit peu raiſonnable, ni qui parût ſatisfaiſant à qui que ce fut. Mais quoiqu'on ait enfin trouvé la véritable cauſe des marées, l'on n'a point donné de leurs phénomenes une explication élémentaire, jointe à des obſervations détaillées; c'eſt l'objet de cet ouvrage, dans lequel je réunirai les réſultats des meilleures obſervations, & ceux de la théorie de l'attraction, en y ajoutant des explications & des démonſtrations qui ne ſe trouvent pas

dans mon *Aſtronomie*, où je n'ai pu parler que très-ſuccinctement de cette matiere, Tom. III, liv. XXII, art. 3590 & ſuiv. édit. de 1771.

2. Mais avant que d'entrer dans ce détail, il ſera bon de parcourir l'hiſtoire de nos connoiſſances, & les idées des Philoſophes à ce ſujet; je donnerai enſuite le détail des phénomenes, d'après les plus exactes obſervations, (art. 54 & ſuiv.) enfin, l'explication de ces divers phénomenes fondée ſur les attractions de la lune & du ſoleil, que je tâcherai de préſenter de la maniere la plus claire & la plus ſatisfaiſante. Je ſuppoſerai toutes les propoſitions de théorie & de calcul qui ſont démontrées dans mon *Aſtronomie*; mais je donnerai à mes explications une clarté & une étendue qui ne ſe trouveroit pas ailleurs, & je tâcherai de ne laiſſer aucun doute ſur la cauſe & l'explication des marées, du moins à ceux qu'une prévention décidée n'a pas rendus inacceſſibles aux vérités inconteſtables de la Géométrie & de l'Aſtronomie nouvelle.

Hiſtoire de nos connoiſſances ſur le flux & le reflux de la mer.

3. Le plus ancien auteur qui ait parlé des marées eſt Homere (voyez mon Aſtronomie, art. 3590); mais il faut remarquer au ſujet du paſſage de ce Poëte, où il dit que Charybde s'éleve trois fois le jour, qu'il y a très-peu de marée dans la Méditerranée, ſi ce n'eſt au fond de la mer Adriatique, & que probablement Homere adaptoit, au Détroit de Sicile, ce qu'il avoit oui dire en général des mers plus éloignées, comme la mer des Indes, le golfe Arabique, ou les environs des colonnes d'Hercule.

4. Le ſecond auteur qui, dans des temps reculés, ait parlé des marées, eſt Hérodote, vers l'an 450 avant J. C. A l'occaſion de la mer Rouge, ou du golfe Arabique, il dit qu'on y voit chaque jour un flux & reflux de l'Océan, (p. 92, édit. de Gronovius.) Diodore de Sicile dit auſſi qu'on y voit une grande & rapide intumeſcence (p. 172.). Ces trois auteurs ne parlent que du

ſimple fait des marées, & l'on n'y voit même aucune circonſtance, ni aucune conjecture ſur la cauſe, ni ſur la loi de ces phénomenes.

5. Le premier, ce ſemble, de tous les Grecs qui en eut quelque idée, & qui remarqua, du moins, que les marées avoient rapport à la lune, fut Pytheas de Marſeille, qui vivoit au temps d'Alexandre le Grand; mais Plutarque en le citant paroît s'être trompé, lorſqu'il ne ſuppoſe qu'une marée par mois. Si Pytheas alla juſqu'en Angleterre, comme le dit Strabon, il n'eſt pas étonnant qu'il eut des connoiſſances diſtinctes des phénomenes des marées, tandis que tous les Grecs les ignoroient, ou n'en avoient qu'une idée vague & incertaine. On en juge par la maniere dont Ariſtote en parle à l'occaſion des divers mouvemens de la mer (vers la fin du 4e chap. *du Monde*). « Elle laiſſe des vides & ſe retire, elle fait des excurſions » & quelquefois des retours; il s'en exhale des feux; il » s'y forme des fontaines, il en ſort des tourbillons & » des exhalaiſons, non-ſeulement dans le milieu de la » mer, mais encore dans les détroits. On dit auſſi qu'il » y a de grandes élévations ou intumeſcences des eaux » qui arrivent dans des temps déterminés, ſuivant les ré- » volutions de la lune ». Ce paſſage donne une bien petite opinion des connoiſſances d'Ariſtote ſur le phénomene des marées. Il en parle encore dans deux autres endroits de ſes ouvrages: (Météorolog. C. II, *ſummar.* I, T. I, p. 759; édit. de Geneve, 1606. Problêmes, Sec. 23, T. I, p. 972); mais il en dit très-peu de choſe.

Cela n'a pas empêché qu'on n'ait dit qu'Ariſtote s'étoit précipité dans la mer, au déſeſpoir de ne pas comprendre ce phénomene, & l'on a cité S. Juſtin & S. Grégoire de Nazianze; cela eſt trop extraordinaire pour n'en pas dire quelques mots.

S. Juſtin, Philoſophe Platonicien, martyriſé l'an 166, s'en exprime à peu près dans ces termes: *Ariſtoteles... cum Euripi Chalcidici naturam cognoſcere non poſſet, collecto ex dedecore & ignominia dolore, perculſus vitam reli-*

quit. (*S. Juſtin cohortatio ad Græcos, p. 33, edit. PP. Bened.*)

S. Grégoire de Nazianze, Evêque de Conſtantinople, mort en 389, ſemble indiquer la même tradition, lorſqu'il dit à l'Empereur Julien : *Laudas etiam... in Homero diſcendi amorem circa Arcadicam queſtionem* (a), *& in Ariſtotele Philoſophiam & diutinam moram ad reciprocos æſtus, quibus uterque occubuit.* (*S. Greg. Nazi. orat. 3, adv. Julianum*, p. 79, edit. Morel.)

Bayle remarque avec raiſon qu'on a eu tort de citer ces deux auteurs, en prétendant qu'Ariſtote s'étoit précipité dans l'Euripe, pour n'avoir pu comprendre la cauſe du phénomene qui s'y faiſoit remarquer ſept fois par jour, (v. art. 145). S. Juſtin dit ſeulement qu'Ariſtote mourut de honte & de chagrin, pour n'avoir pu découvrir cette cauſe. « S. Grégoire de Nazianze ſe contente » de ne point contredire Julien qui avoit allégué Ariſ» tote comme un exemple d'une paſſion pour l'étude ſi » grande qu'elle lui avoit cauſé la mort..... Il ſe pour» roit faire qu'il (Julien) eut voulu dire qu'Ariſtote ob» ſerva avec tant d'aſſiduité les mouvemens de l'Euripe, » & médita ſi profondément ſur ce ſujet, que cette forte » application de corps & d'eſprit ruina ſa ſanté, & lui » attira la maladie qui le fit mourir. Je croirois cela » plutôt que toute autre choſe ». (Bayle au mot Ariſtote, note Z.) Strabon, Heſychius & Suidas diſent qu'Ariſtote avala du poiſon. Mais le ſentiment le plus général ſur la mort d'Ariſtote, c'eſt qu'il périt d'une maladie d'eſtomac qui s'accrut par les veilles & par ſon application à l'étude. *Quam* (*fidem*) *ſine dubio Apollodorus, Dionyſius-Halicarnaſſius, Cenſorinus, Laertius, aliique merentur qui affirmant, ſtomachi infirmitate eum* (Ariſtotelem) *periiſſe, nimiis vigiliis & ſtudiorum contracta exceſſu.* BRUCKER, Hiſt. Critic. Philoſophiæ, part. II, lib. II, cap. VII, ſect. I, § VIII.

(a) On diſoit auſſi qu'Homere étoit mort de chagrin, pour n'avoir pu comprendre cette réponſe des pêcheurs d'Arcadie : Nous n'avons pas ce que nous avons pris, nous avons ce que nous n'avons pas pris. (il s'agiſſoit des poux.)

Stanley, *Hiſtor. philoſoph.* part. V, chap. XI, ſe ſert des mêmes expreſſions, qu'il ſemble que Brucker a copiées.

D'ailleurs nous ne voyons rien dans les ouvrages d'Ariſtote qui annonce ſeulement la moindre curioſité dans cette matiere, ainſi cette vieille tradition mérite bien peu de confiance.

6. On voit dans l'hiſtoire du voyage d'Alexandre le Grand aux Indes, combien ſes ſoldats, qui n'avoient aucune idée de la marée, furent effrayés en voyant d'abord l'Océan inonder les campagnes. Le déſordre fut extrême dans toute la flotte; mais ce fut bien autre choſe quand la mer ſe retira, & que les vaiſſeaux demeurés à ſec tomberent les uns ſur le côté, les autres ſur la proue : Alexandre lui-même fut très-inquiet, & il fallut toute ſa préſence d'eſprit pour lui faire faire bonne contenance juſques au temps où l'on vit la mer remonter; alors les ſoldats ſe demandoient avec étonnement d'où venoit cette énorme affluence d'eau.

Tertia ferme hora erat, cum ſtata vice Oceanus exæſtuans invehi cœpit, & retro flumen urgere. Quod primo coercitum, deinde vehementius pulſum, majore impetu adverſum agebatur, quam torrentia præcipiti alveo incurrunt. Ignota vulgo freti natura erat, monſtraque & iræ Deum indicia cernere videbantur : identidem intumeſcens mare, & in campos paulo ante ſiccos deſcendere ſuperfuſum. Jamque levatis navigiis, & tota claſſe diſperſa, qui expoſiti erant, undique ad naves trepidi & improviſo malo attoniti recurrunt. Sed in tumultu feſtinatio quoque tarda eſt... jamque æſtus totos circa flumen campos inundaverat, tumulis duntaxat eminentibus, velut inſulis parvis, in quos plerique trepidi omiſſis navigiis enare cœperunt. Diſperſa claſſis partim in prælta aqua ſtabat, qua ſubſederant valles, partim in vado hærebat, utcumque inæquale terræ faſtigium occupaverant undæ ; cum ſubito novus & priſtino major terror incutitur. Reciprocare cœpit mare, magno tractu aquis in ſuum fretum recurrentibus, reddebatque terras paulo ante profundo ſalo merſas. Igitur deſtituta navigia, alia præcipitantur in proras, alia in latera procumbunt... jamque nox appetebat, & Regem

quoque desperatio salutis ægritudine affecerat; non tamen invictum animum curæ obruunt, quin tota nocte præsideret in speculis, equitesque præmitteret ad os amnis, ut cum mare rursus exæstuare sensissent, procederent. Navigia quoque lacerata refici, & eversa fluctibus erigi jubet, paratosque esse & intentos cum rursus mare terras inundasset. Tota ea nocte inter vigilias adhortationesque consumpta, celeriter equites ingenti cursu refugere, & secutus est æstus. Qui primo aquis leni tractu subeuntibus cœpit levare navigia, mox totis campis inundans, etiam impulit classem : plaususque militum nauticorumque, insperatam salutem immodico celebrantium gaudio, littoribus ripisque resonabat. Unde tantum rediisset subito mare, quo pridie refugisset, quænam esset ejusdem elementi natura, modo discors modo imperio temporum obnoxia, mirabundi requirebant. Rex cum ex eo, quod acciderat conjectaret post solis ortum statum tempus esse, media nocte ut æstum occuparet, cum paucis navigiis secundo amne deduxit. A. Curtius, l. ix, c. 9.

7. On voit la même ignorance des Grecs par un passage ancien qu'on trouve dans Diodore de Sicile, (p. 174.) & dans Agatarchides, (voyez Hudson dans la collection des auteurs de géographie, T. I, p. 18). Ce dernier auteur avoit écrit des leçons pour l'usage de Ptolomée Alexandre, Roi d'Egypte, environ 114 ans avant J. C. Il paroît par la courte notice que nous en avons, qu'elles contenoient beaucoup de choses curieuses sur l'histoire naturelle & la géographie. Agatarchides parlant des Ichtyophages qui habitoient sur la mer Rouge, dit que le flux y amene beaucoup de poissons, ce qui arrive deux fois chaque jour à trois heures & à neuf.

De quelle maniere qu'on entende ce passage, il est impossible de ne pas dire que l'auteur étoit dans une erreur grossiere, puisqu'il croyoit que la marée arrivoit tous les jours à la même heure. Peut-être que ce n'est pas l'erreur des Philosophes grecs de ce temps-là, & qu'il faut restraindre la mépriſe à l'auteur même qui l'a faite ; c'est ce qu'on est tenté de croire, lorsqu'on lit dans un voyage imprimé en 1766 : « La marée monte & descend

dans le golfe Adriatique deux fois en vingt-quatre heures, » à la hauteur d'environ deux pieds.... On s'apperçoit » dans le grand canal de la diminution de la mer, sur- » tout depuis midi jusqu'à deux ou trois heures (*Descrip. de l'Italie*, par M. Richard, T. II, p. 251). L'auteur a été frappé une fois de cette différence à l'heure du dîner, & il n'a pas fait attention le lendemain qu'il y avoit trois quarts d'heure de retard. Agatarchides avoit peut-être lu dans un voyage fait à la mer Rouge que les eaux avoient monté à trois heures & à neuf, & il en concluoit que c'étoit la regle ordinaire.

8. Vers le temps de César, la conquête des Gaules & de la Grande-Bretagne occasionna des navigations dans l'Océan, & par conséquent les Romains eurent dès-lors une connoissance exacte des marées. Strabon qui vivoit sous Auguste & Tibere, vers l'an 15 de J. C. en parle avec précision d'après Posidonius, à l'occasion des mouvemens célestes : il dit qu'il y a un flux de tous les jours, un de tous les mois, & un qui a un rapport particulier avec la lune. En effet, lorsque la lune est élevée d'environ un signe, (ou 30 degrés) la mer commence à s'élever ou à se répandre sur la terre d'une maniere sensible, & cela, jusqu'à ce que la lune soit parvenue vers le milieu du ciel. Lorsque la lune décline vers le couchant, la mer commence à se retirer peu à peu. Lorsque la lune n'est plus éloignée que d'un signe du côté du couchant, la mer s'arrête jusqu'à ce que la lune soit couchée, & pendant le temps qu'il lui faut pour descendre encore sous l'horizon de la valeur d'un signe; alors la mer augmente de nouveau jusqu'à ce que la lune soit élevée d'un signe, & les eaux recommencent alors à s'élever. Posidonius dit donc, selon lui, que telle est la circulation diurne de la mer; quant à celle de chaque mois, elle consiste en ce que les plus grands flux arrivent aux environs de la nouvelle lune; ils diminuent ensuite lorsque la lune paroît à moitié éclairée : delà ils augmentent jusqu'à la pleine lune, & diminuent enfin jusqu'au quartier suivant. Il dit aussi que ces marées sont plus ou

moins grandes en différens temps de l'année. On prétend, dit-il, que les augmentations & les diminutions de la mer ſont les plus fortes aux environs du ſolſtice d'été. Il conjecture que la diminution ſe fait juſqu'au temps de l'équinoxe du printemps. Il rapporte qu'un certain Seleucus, originaire des bords de la mer Rouge, établiſſoit dans les marées une différence relative aux ſignes céleſtes; il aſſuroit que la lune étant dans l'équateur, les deux marées de chaque jour étoient égales, que dans les ſolſtices elles différoient, & pour la quantité, & pour la vîteſſe, & que cette inégalité avoit lieu à proportion dans les autres ſignes. Il rapporte auſſi qu'étant à Cadix dans le temple d'Hercule, au temps du ſolſtice d'été, & aux environs de la nouvelle lune, il avoit remarqué une grande différence dans l'élévation des eaux du Bætis, qui auparavant baignoient à peine la moitié du rivage, & qui ſe répandirent alors de maniere que les ſoldats ſe trouverent dans l'eau, quoiqu'éloignés de l'embouchure du fleuve de 700 ſtades, (23 lieues marines) & que tous les champs voiſins avoient été couverts par les eaux, à 30 ſtades, ou plus d'une lieue de diſtance, ou environnés comme des Iſles. Le môle du port de Cadix fut couvert d'eau de dix coudées, comme lui-même le meſurat.... & l'on aſſure que la même choſe arrive communément à toutes les côtes de l'Océan (*Strabon*, liv. III, p. 173 de l'édition de Caſaubon 1620). Les marées de Cadix ne ſont pourtant que d'environ douze pieds de hauteur perpendiculaire, ſi ce n'eſt dans des cas extraordinaires; mais celui-ci en étoit un ſans doute.

9. Ainſi les anciens avoient déja compris que les marées avoient du rapport avec le ſoleil & la lune. Pline dit formellement que la cauſe eſt dans le ſoleil & la lune qui attirent les eaux, qu'elles montent d'autant plus que la lune eſt voiſine de la terre, & exerce ſa force de plus près. Ce chapitre eſt curieux, & je vais en rapporter les principaux endroits.

Æſtus maris accedere & reciprocare maxime mirum eſt: pluribus quidem modis accidit, verum cauſa in ſole lunaque. Bis inter

inter duos exortus lunæ affluunt, biſque remeant, vicenis quaterniſque ſemper horis. Et primum, attollente ſe cum eâ mundo, intumeſcentes, mox à meridiano cœli faſtigio vergente in occaſum reſidentes : rurſuſque ab occaſu ſubter cœli ima, & meridiano contraria accedente inundantes : hinc donec iterum exoriatur, ſe ſorbentes. Nec unquam eodem tempore quo pridie reflui, ut ancillante ſidere, trahenteque ſecum avido hauſtu maria, & aſſidue aliunde quam pridie exoriente : paribus tamen intervallis reciproci, ſeniſque ſemper horis, non cujuſque diei aut noctis, aut loci, ſed æquinoctialibus; ideoque inæquales vulgarium horarum ſpatio, utcumque plures in eas aut diei aut noctis illarum menſuræ cadunt, & æquinoctio tantum pares ubique.... Multiplex etiamnum lunaris differentia, primumque ſeptenis diebus. Quippe modici novâ ad dividuam æſtus, pleniore ab ea exundant, pleniâque maxime fervent. Inde miteſcunt. Pares ad ſeptimam primis, iterumque alio latere dividua augentur. In coitu ſolis pares plane; eadem aquilonia & à terris longius recedente mitiores quam cum in auſtros digreſſa propiore niſu vim ſuam exercet. Per octonos quoque annos ad principia motus & paria incrementa centeſimo lunæ revocantur ambitu, augente ea cuncta. Solis annuis cauſis, duobus æquinoctiis maxime tumentes, & autumnali amplius quam verno; inanes vero bruma, & magis ſolſtitio. Nec tamen in ipſis, quos dixi, temporum articulis, ſed paucis poſt diebus, ſicuti neque in plena aut noviſſima, ſed poſtea : nec ſtatim ut lunam mundus oſtendat occultetve, aut media plaga declinet, verum duabus ferè horis æquinoctialibus ſerius, tardiore ſemper ad terras omnium quæ geruntur in cœlo effectu cadente, quam viſu, ſicut fulguris & tonitrûs & fulminum. Omnes autem æſtus in Oceano majora integunt ſpatia, inundantque, quam in reliquo mari : ſive quia totum in univerſitate animoſius eſt quam in parte, ſive quia magnitudo aperta ſideris vim laxè graſſantis efficacius ſentit, eamdem anguſtiis arcentibus. Qua de cauſa, nec lacus, nec amnes ſimiliter moventur. Octogenis cubitis ſupra Britanniam intumeſcere æſtus, Pytheas Maſſilienſis auctor eſt. Plin. l. II, c. 97. On peut voir les notes que j'ai faites ſur le 2e livre de Pline, dans la nou-

velle édition de cet auteur, publiée à Paris, chez Deſaint, en 1771, &c. on y verra auſſi les notes de M. Bouguer ſur les marées, relativement à ce chapitre de Pline, pag. 373 & 383.

10. Il eſt parlé auſſi des marées dans Ptolomée (*Quadripart.* liv. II, chap. XII, p. 402.) *ſecundum lunam æſtus maris redundationes.*

11. Seneque s'explique avec exactitude ſur ce ſujet, quoique dans un ouvrage de morale, lorſqu'il dit en parlant des eaux de l'Océan : *Creſcunt, & ad horam ac diem ſubeunt, ampliores minoreſque prout illas lunare ſydus elicuit, ad cujus arbitrium Oceanus exundat* (SENECA. *de providentia*, cap. I.). Il dit ailleurs, mais en paſſant, que la marée de l'équinoxe eſt la plus forte, dans le temps de la nouvelle lune : *Ut ſolet æſtus æquinoxialis ſub ipſum lunæ ſoliſque coitum omnibus aliis major undare* (SENECA. *quæſt. nat.* lib. III, cap. 28.).

21. Macrobe, auteur du quatrieme ſiecle, décrit aſſez bien les mouvemens de l'Océan, à l'occaſion de la période de ſept jours & de ſes propriétés : *Oceanus quoque in incremento ſuo hunc numerum tenet; nam primo naſcentis lunæ die fit copioſior ſolito, minuitur pauliſper ſecundo, minoremque videt eum tertius quam ſecundus, & ita decreſcendo ad diem ſeptimum pervenit. Rurſus octavus dies manet ſeptimo par, & nonus fit ſimilis ſexto... tertio quoque duodecimus, & tertius decimus fit ſimilis ſecundo, quartus decimus primo. Tertia vero hebdomas eadem facit quæ prima, quarta eadem quæ ſecunda* (Somn. Scip. li. I, cap. VI, p. 27, edit. Lond. 1694.).

13. Les Poëtes même ont parlé du phénomene des marées; tel eſt Horace dans ſon épître à Iccius.

Quæ mare compeſcant cauſæ.

Virgile cite le flux & reflux de la mer, comme un des objets de la curioſité d'un Philoſophe.

..... Qua vi maria alta tumeſcant,
Objicibus ruptis, rurſuſque in ſeipſa reſidant. Georg. II. 480.

14. Lucain en parlant des Belges, s'exprime d'une maniere très-philoſophique ſur le flux & le reflux de la mer.

Quaque jacet littus dubium, quod terra fretumque
Vindicat alternis vicibus, cum funditur ingens
Oceanus, vel cum refugis ſe fluctibus aufert.
Ventus ab extremo pelagus ſic axe volutet,
Deſtituatque ferens, an ſidere mota ſecundo
Tethyos unda vagæ lunaribus æſtuet horis;
Flammiger an titan, ut alentes hauriat undas
Erigat Oceanum, fluctuſque ad ſidera tollat,
Quærite quos agitat mundi labor; at mihi ſemper
Tu quæcumque moves tam crebros cauſa meatus,
Ut ſuperi voluere, late. Luc. Pharſ. I, 409.

Opinions ſur la cauſe des marées.

15. Ce que Lucain déſeſpéroit de pouvoir jamais entendre a fait également le déſeſpoir de tous ceux qui en ont cherché la cauſe. S. Auguſtin avoit ſur-tout de la peine à comprendre l'abaiſſement ou le retour des eaux. *Maris inundantes tumores conſiderare permittitur ſed recedentis intelligentiâ privamur* (*de Civ. Dei, VII*, 22, *Mirabil. ſacræ Scripturæ* 1. 7). *Scaliger* nous dit: *Hâc in materia philoſophiam ipſam balbutire* (*exercitatione* 52). Le P. Cauſſin, *ſepulcrum eſſe curioſitatis humanæ* (dogm. de Reſurrectione). Auſſi le Pſalmiſte avoit-il dit autrefois: *Mirabiles elationes maris, mirabilis in altis Dominus:* que les élévations de la mer ſont ſurprenantes, que la puiſſance divine ſe manifeſte bien dans les eaux!

16. La plus ancienne opinion que les Philoſophes ayent hazardé ſur la cauſe des marées, eſt celle de Timée, indiquée par Platon & par Plutarque dans ſon livre ſur les Sentimens des Philoſophes, liv. III, chap. XVII. Il penſoit que les fleuves ſe précipitant dans la mer Atlantique par les montagnes des Celtes chaſſoient par leur chûte les eaux de la mer, qui revenoient enſuite quand

l'effort n'étoit plus ſuffiſant. Cette idée fut reſſuſcitée dans le dernier ſiecle, par Scipio Claramontius, liv. XIII, *de univerſo*, chap. XXII, que Riccioli refute aſſez au long, Almag. T. II, p. 373, de même que l'évaporation cauſée par le choc des eaux, que cet auteur faiſoit entrer dans ſon explication.

17. Platon croyoit qu'il y avoit dans la mer des gouffres qui abſorboient une partie de ſes eaux, & qui les rejettant enſuite formoient les alternatives de pleine mer & de baſſe mer. Ariſtote & Heraclite diſoient que le ſoleil entraînoit avec lui des exhalaiſons qui augmentoient le volume de la mer. *Plut. ib.*

Les Stoïciens, ſuivant Solinus, chap. XXXVI, & Apollonius de Thyane regardoient le monde comme un grand animal, dont les gouffres de la mer étoient comme les narrines, qui inſpiroient & reſpiroient les eaux.

D'autres attribuoient les marées à une ébullition cauſée par des feux ſouterrains; aux vapeurs & aux vents; à une raréfaction cauſée par les rayons de la lune; à l'interruption des mers par les continens; au défaut d'équilibre entre les différentes parties des mers; au mouvement diurne qui entraîne tout avec lui; à des influences occultes; à des intelligences motrices. On peut voir dans Riccioli, dix-huit opinions expliquées fort au long, mais qui rentrent à peu près dans celles que je viens d'indiquer.

18. Quelques Phyſiciens ont tâché d'expliquer ce phénomene par les mouvemens généraux de la mer d'Orient vers l'Occident, & du Septentrion vers le Midi, modifiée par les continens & les terres; à la pente des terres qui ſont au fond de la mer; au poids des eaux ſupérieures qui refoulent les eaux du fond de la mer; au feu central de la terre, & aux fermations ſouterraines qui produiſent les tremblemens de terre; d'autres à la vîteſſe du mouvement diurne de la ſphere qui entraîne les eaux. On peut voir dans l'Almageſte de Riccioli, imprimé en 1651, (liv. IV & liv. IX), & dans ſa Géographie reformée, pluſieurs détails à ce ſujet.

19. Jean Pic, dans ſon ouvrage contre les Aſtrologues (liv. III, chap. XV), fit ſur-tout ſes efforts pour expliquer les marées indépendamment de la lune, (*Riccioli Almag. novum*, T. II, p. 374). Mais la plupart des Phyſiciens ne purent s'empêcher de reconnoître la lune pour la cauſe des marées. Tels furent Pline (voyez ci-deſſus, art. 9); Pytheas, au rapport de Plutarque, (*de Placitis Philoſophorum*, lib. III, cap. XVII, voyez ſur-tout l'édition de Corſini, Florence 1750); Céſar même lorſqu'il dit : *Eadem nocte accidit ut eſſet luna plena quæ maritimos æſtus maximos, in Oceano efficere conſuevit* (*Commentarior.* lib. IV). Mais la difficulté conſiſtoit à imaginer de quelle maniere cet effet étoit produit par la lune. Les uns diſoient que la lune échauffoit & raréfioit les eaux, ce qui augmentoit leur volume, & produiſoit leur intumeſcence. D'autres diſoient que l'influence de la lune ſur les liquides augmentoit le volume de la mer, comme elle rendoit les coquillages plus pleins. Quelques-uns diſoient que les exhalaiſons ſouterraines étoient excitées & ſoulevées par l'action du ſoleil & de la lune. Le P. Fournier, dans ſon *Hydrographie*, ouvrage d'ailleurs eſtimable a également recours à ces vapeurs ſouterraines, qui ſe répandent, dit-il, dans l'eau, & l'agitent, comme les humeurs qui portent la fievre dans le ſang.

Syſtême de Galilée.

20. Les mouvemens diurne & annuel de la terre furent ſur-tout employés pour l'explication des marées; & Galilée avoit donné à cette explication une certaine célébrité. Il paroît par un paſſage de Plutarque, dans le chap. XVII, que parmi les anciens, on avoit eu cette idée. Un Mathématicien, nommé *Seleucus*, qui admettoit le mouvement de rotation de la terre, diſoit que le mouvement de la lune contrariant celui de la terre, les flots qui ſe trouvoient entre ces deux corps étoient accumulés & formoient la marée. Galilée obſervoit, ſans nommer Seleucus, que le mouvement de la terre n'étant point contraire à celui de la lune, cette opinion n'étoit pas fondée, (*de ſiſtemate mundi, dial.* 4, p. 343); il en ſubſtitua une autre fondée ſur l'inégalité du mouve-

ment abſolu de la terre, réſultante de l'aſſemblage du mouvement annuel & du mouvement diurne. Entre les différentes parties de la terre, il y en a qui, par le mouvement diurne, vont du même côté que par le mouvement annuel, & qui ont la ſomme des deux vîteſſes, tandis que les parties oppoſées, ou celles qui regardent le ſoleil, n'ont que la différence des deux mêmes vîteſſes. Or, dans un vaſe plein d'eau auquel on donne un mouvement inégal, le fluide fait néceſſairement des oſcillations, & ces oſcillations, ſelon Galilée, pouvoient produire les marées. A l'égard des changemens de chaque mois, il les expliquoit par les inégalités que la lune devoit cauſer dans le mouvement annuel de la terre. Enfin, il attribuoit les inégalités annuelles des marées à l'inclinaiſon de l'axe de la terre. Il eſt inutile de nous arrêter à refuter une hypotheſe ſi peu fondée; on voit par le livre de Galilée qu'il n'avoit obſervé les marées qu'à Veniſe, où elles ſont peu ſenſibles, & où elles ne parviennent qu'après avoir ſuivi toute la Méditerranée & tout le golfe Adriatique, en ſorte qu'il n'avoit pas une idée diſtincte de tous les phénomenes, pour appercevoir les difficultés ſans nombre de ſon explication. Le P. Riccioli le refute fort au long (*Almag. novum*, T. II, p. 377, de même que le P. Fournier dans ſon Hydrographie, 1643, p. 460). Mais ce qu'il y a de plus étrange dans l'explication de Galilée, c'eſt qu'il lui étoit difficile d'y faire entrer la lune, ſur-tout pour les marées de chaque jour, tandis que tout le monde voit que les marées ſuivent les paſſages de la lune au méridien. Gaſſendi rapporte cependant le ſentiment de Galilée, ſans oſer ſe décider contre lui (*Op.* T. II, p. 27); mais M. Caſſini le refute (Mém. de l'Académie 1713, p. 269 & 276).

21. Le P. Riccioli propoſoit modeſtement ſon hypotheſe; ſavoir, que la marée eſt produite principalement par la lune qui ſouleve les vapeurs & les exhalaiſons du fond de la mer, juſques à la ſurface, ſans raréfaction; mais il étoit bien peu ſatisfait de cette explication, puiſqu'il ajoutoit auſſi-tôt après: *Neque hactenus nactus ſum ul-*

lum qui mihi in hac parte ſatisfaciat, neque pudet me id neſcire quem plura alia ſciuu faciliora ignorare non dubito. Almag. novum, T. II, p. 377.

22. Wallis crut en 1666, avoir ajouté à l'explication de Galilée une circonſtance très-importante, en conſidérant que c'étoit le centre de gravité commun de la terre & de la lune, qui décrivoit une orbite autour du ſoleil, tandis que la terre & la lune tournoient autour de ce centre commun; & il tâchoit de tirer de cette conſidération la ſomme & la différence de deux mouvemens dans différentes parties de la terre, à l'exemple de Galilée. Wallis étoit ſi content de cette idée, que ſans avoir bien examiné ſi elle s'accordoit avec les phénomenes, il veut s'en aſſurer l'honneur, de peur qu'il ne lui arrive comme à d'autres Anglois, qui, pour avoir voulu long-temps méditer & perfectionner leurs découvertes, ont été prévenus par des étrangers, attentifs aux plus petits indices (*Op.* T. II, p. 740). Wallis cite à ce ſujet, quoique aſſez mal-à-propos, les taches de Jupiter & les vaiſſeaux lymphatiques : mais, du moins, aucun François n'a été tenté de lui dérober ſon hypotheſe pour le flux & le reflux de la mer; un Anglois même le refuta (voyez Childrey, dans les Tranſ. philoſoph. de 1670, n°. 64. Abrégé II, 279).

Autres hypothéſes.

23. Deſcartes expliquoit les marées par la compreſſion de la lune ſur la matiere céleſte qui environne la terre (Princip. de la Philoſoph. n°. 49, Regiſ. liv. IX, chap. XXI, Rohault, part. I, chap. dernier).

Le P. Antoine Cavalleri, dans la piece qui partagea le prix de l'Académie en 1740, ſe ſervit des inégalités de l'effort central du fluide, qu'il ſuppoſoit ſe mouvoir en tourbillon autour de l'axe de la terre.

24. L'hypotheſe du P. Fabri, Jéſuite, & Phyſicien célebre, eſt expliquée dans ſon livre contre le mouvement de la terre, *Dialogi phyſici in quibus de motu terræ diſputatur, marini æſtus nova cauſa proponitur &c. auct. R. P. Honorato Fabri, S. J. Lugduni* 1665. Il emploie l'inégalité des preſſions de l'air (p. 107); mais ce qu'il y a

de ſingulier pour ce temps-là, c'eſt qu'il y admet une gravitation de l'air vers la terre & vers la lune tout à la fois; idée ingénieuſe & qui auroit dû le conduire à une explication plus juſte de la véritable cauſe des marées.

25. Céſar d'Arcons, dans un traité, imprimé à Bordeaux, en 1667, pour la ſeconde fois, admettoit une libration de la terre avec des repos de douze minutes, propres à expliquer le retardement diurne des marées.

Scalberge Miniere, dans un autre traité, imprimé à Chartres en 1680, explique les marées par la force des rayons du ſoleil & de la lune.

Dom Jacques *Alexandre*, Bénédictin, connu par un fort bon ouvrage ſur l'horlogerie, dans un traité du flux & du reflux de la mer, qui remporta le prix de l'Académie de Bordeaux, en 1726, admet une hypotheſe encore plus bizarre & plus abſurde, qu'il avoit même empruntée de Baliani (Riccioli, p. 381), & que M. de Mairan a pris la peine de refuter (*Mém. Acad.* 1727); ſavoir, que la terre tourne autour de la lune en un mois, & que par ce mouvement périodique les eaux ſont obligées de prendre la figure allongée, telle que le petit axe du ſphéroïde ſoit dans la direction du mouvement de la terre, & le grand axe dirigé vers la lune.

26. Toutes ces hypotheſes ſont ſi frivoles qu'elles ne méritent, ce me ſemble, aucune eſpece d'attention, & ce ſeroit allonger inutilement cet ouvrage que de s'occuper à les refuter. Parmi les hypotheſes qui ne méritent pas d'être rapportées, on peut compter celle de M. l'Abbé de Brancas, contenue dans un de ſes livres qui a pour titre : *Explication du flux & du reflux dans leurs véritables circonſtances, qui manifeſte avec leur exacte expoſition, d'après les Mémoires académiques, combien ce phénomene eſt inexplicable dans tout autre ſyſtême coſmographique & phyſique que le moderne, & en prouve l'exactitude & l'univerſalité. A Paris, chez Jombert* 1749, in-4°. 489 pages.

De la véritable cauſe des marées.

Je paſſe donc à l'explication qui eſt la ſeule admiſſible, je veux dire l'attraction lunaire. Il paroit d'abord que les anciens avoient une idée de cette maniere d'agir, comme on en peut juger par le paſſage de Pline, que j'ai rapporté (art. 9), & le phénomene de l'Aiman devoit naturellement y conduire. Parmi les modernes, Riccioli cite l'ouvrage ſur les météores, publié par les Phyſiciens de Conimbre (*a*), où l'on trouve la même idée, (liv. II, traité VIII,) de même que Zanardus (queſtion 30) & Scaliger (*exercit.* 52). Celui-ci après avoir rapporté les ſentimens de divers auteurs, ajoute : *Cum lunæ curſum ſequi obſervatum eſſet, ejus autorem lunam judicarunt.* On m'objectera, continue-t-il, que la lune ne touche pas les eaux ; quelques Péripatéticiens ſe ſont fait cette difficulté, mais l'Aiman attire le fer ſans le toucher ; *quare non ſequetur mare corpus nobiliſſimi ſideris.* Vers la fin de cette diſſertation, Scaliger ajoute : *non eſſe tunc aquarum novam generationem affirmare auſim, rarefactionem quo conſilio profitear equidem neſcio ; ſuſpendi tamen eas illo tempore tamquam ferrum à magnete ſingulis menſibus ubique locorum, excepto littore illo ſolo, perpetuis obſervationibus compertum eſt.*

28. Gilbert, dans ſon traité de l'Aiman, après avoir expliqué toutes les révolutions planétaires par une attraction magnétique, ſemble inſinuer tacitement la même choſe pour les marées, lorſqu'il attribue à la terre & à la lune une confédération magnétique, ajoutant que la lune & la terre ſont de ſubſtances & de natures tout-à-fait ſemblables ; que la lune eſt étroitement liée à la terre, & qu'elle a des effets plus marqués ſur la terre que tous les autres aſtres, excepté le ſoleil.

29. Képler, dans ſon *Aſtronomie lunaire*, attribue Idées de Kepler.

(*a*) *Commentarii Collegii Conimbricenſis in quatuor libros de cœlo meteorologicos, & parva naturalia.* Coloniæ 1602, 1603, 2 vol. in-4°.

auſſi la cauſe du flux & du reflux de la mer, aux corps du ſoleil & de la lune, qui attirent les eaux de la mer par une vertu à peu près ſemblable à celle de l'aiman. Il avoue qu'il eſt difficile d'expliquer ainſi la marée qui arrive quand le ſoleil & la lune ſont couchés; mais il tâche d'en rendre raiſon par la réflexion des eaux contre les côtes d'Afrique & d'Amérique. Il faut voir auſſi ſa nouvelle Phyſique céleſte que j'ai citée 1206, 3377, & où il s'exprime ainſi, après avoir dit que les eaux s'en iroient vers la lune, ſi la terre ceſſoit de les attirer, & que la lune tomberoit vers la terre ſans la force centrifuge qui la tient dans ſon orbite.

Orbis virtutis tractoriæ quæ eſt in luna porrigitur uſque ad terras & prolectat aquas ſub Zonam torridam, quippe in occurſum ſuum quacumque in verticem loci incidit, inſenſibiliter in maribus incluſis, ſenſibiliter ibi ubi ſunt latiſſimi alvei Oceani, aquiſque ſpacioſa reciprocationis libertas. Quo facto nudantur littora zonarum & climatum lateralium... Celeriter vero luna verticem tranſvolante cùm aquæ tam celeriter ſequi non poſſint, fluxus quidem fit Oceani ſub torrida in occidentem, quoad impingit ad contraria littora, curvaturque ab iis; diſſolvitur vero diſceſſu lunæ concilium aquarum ſeu exercitus qui eſt in itinere verſùs torridam, quippe deſertus à tractu qui illum excitaverat, impetuque capto, ut in vaſis aquaticis, remeat & aſſultat ad littora ſua, eaque operit; gignitque impetus iſte per abſentiam lunæ impetum alium, donec luna rediens fræna impetus hujus recipiat, moderetur-que & una cum ſuo motu circumagat. Ita littora æqualiter patentia iiſdem horis implentur omnia, reductiora verò tardius; non nulla diverſimode ob diverſos Oceani aditus. (*Aſtronomia nova ſeu phyſica cœleſtis tradita commentariis de ſtella martis 1609. Introductionis*, p. 5).

Le même auteur, pour prouver que la terre eſt la cauſe du mouvement de la lune, obſerve que la lune, en paſſant au-deſſus de l'Océan, y cauſe les marées; *quemadmodum igitur ut magnes magnetem aut ferrum trahat cognatio corporum efficit, ſic etiam de luna non eſt incredibile ut illa moveatur à terræ cognato corpore, licet nec hic nec illic interce-*

dat aliquis contactus corporum. Adeoque quid mirum Lunam à terra moveri, cùm videamus viciſſim & lunam tranſitu ſuo ſuper vertices locorum cauſare fluxum Oceani reciprocum in Tellure. Nonne ſatis evidens hoc eſt documentum communicationis motuum inter hæc duo corpora. (*Epitome Aſtr.* p. 555). On peut voir encore dans mon XXIIe livre des idées ſemblables de pluſieurs Philoſophes (3379).

XXX. Enfin, Newton, qui, dans ſon fameux livre, publié en 1687, à Londres, donna la découverte de l'attraction univerſelle, appliquée à tous les grands objets de l'Aſtronomie, n'oublia pas le flux & le reflux de la mer, & il démontra que ce phénomene eſt une ſuite de l'attraction. Ce principe eſt devenu ſi évident, qu'il ne ſauroit y avoir actuellement le moindre doute (3383). Découvertes de Newton.

Cependant M. Roucher, dans ſon beau poëme des douze mois, ſemble avoir méconnu l'évidence de cette explication, lorſqu'en parlant du Phyſicien, il dit, dans ſon mois de ſeptembre;

Tout ce qu'il ne voit pas, il peut le voir un jour :
Il ſaura quel pouvoir au liquide ſéjour
Enleve & rend deux fois dans la même journée
L'onde tantôt captive, & tantôt déchaînée.

mais il faut avouer pour la juſtification de l'auteur, que dans le mois d'août, il parle de Newton, & de la loi de l'attraction univerſelle d'une maniere auſſi exacte que ſublime.

Toi, l'orgueil d'Albion, toi, par qui fut tracée
L'éternelle carriere où de feu couronnés
Roulent ces rois des airs, l'un par l'autre entraînés,
Newton, placé ſi loin de la foibleſſe humaine,
Toi ſeul a pu des cieux ſonder tout le domaine.
Par de folles erreurs les mortels avant toi
Avoient de l'univers défiguré la loi;
Tu parois; & ſoudain tous les cieux t'appartiennent,

Les mondes à ta voix s'éloignent & reviennent
Vers un centre commun, ſans relâche emportés
De ce centre commun, ſans relâche écartés.
Que ton ſyſtême eſt vaſte & ſimple tout enſemble !
Ta haute intelligence y combine, y raſſemble
Tout ce que l'empirée étale de grandeurs ;
Lui qui n'étoit jadis qu'un chaos de ſplendeurs,
Eſt maintenant ſemblable à ces ſages royaumes
Où ſuffit une loi pour régir tous les hommes ;
L'attraction : Voilà la loi de l'univers.
Ces globes voyageurs, dans leurs détours divers,
Sans jamais ſe heurter ſe traverſent ſans ceſſe ;
A tes ſavans calculs tu ſoumis leur vîteſſe :
L'âge a ſcellé ta gloire, & les ſiecles nouveaux
Atteſteront encor l'honneur de tes travaux,
Triomphe de génie & de paix, il efface
Tous ceux qui de la terre ont déſolé la face.
Eh ! que ſont près de toi les plus fiers conquérans ?
Si leur courſe imita le fracas des torrens,
Ils s'écoulent de même, & morts, il ne leur reſte
Qu'un vain tombeau, chargé d'un nom que l'on déteſte.
Qu'ont-ils fait d'étonnant ces ravageurs fameux ?
Ce que d'autres encor peuvent faire comme eux.
Le premier Roi brigand dont l'inquiete rage
Voudra ſe décorer du beau nom de courage,
Va marcher en héros, par cent exploits divers,
Sur ce globe, perdu dans le vaſte univers ;
Mais Newton regne ſeul ſur des globes ſans nombre,
Oui : ces feux que la nuit voit briller dans ſon ombre
Sont autant de témoins qui parlent à nos yeux
Du ſage, devant qui s'ouvrirent tous les cieux.
Aſtres qui ſi ſouvent éclairates ſes veilles,
Si je n'ai pu le ſuivre & ſonder vos merveilles,
Mon œil ravi, du moins, vous contemple, & je ſais
Bénir les douces nuits que vous embelliſſez.

M. Boſcovich, dans ſon beau poëme ſur les éclipſes, fait auſſi des découvertes de Newton une éloge ſublime; mais cet habile Aſtronome n'oublie pas d'y faire entrer la cauſe du flux & du reflux de la mer.

Quid memorem alternos motus quibus alta tumenti
Objicibus ruptis conſurgunt æquora fluctu
Tum redeunt retro, rurſumque in ſe ipſa reſidunt.
De Eclipſibus, liber VI.

Dans le premier chant, il exprime la maniere dont la lune diminue la peſanteur des eaux dans la ligne des ſyzygies, & l'augmente ſur celle des quadratures, les fait monter de ſon côté, & les éloigne du côté oppoſé, comme on le verra bientôt (39).

Hinc tumido alternos ciet æquore Cynthia fluctus,
Jamque locis iſdem trahit undas jamque repellit,
Attollens ponduſque levans, jamque aggravat, atque
Introrſum premit ac fundum compingit ad imum.

Mais tous les phénomenes des marées ſont amplement décrits dans le ſixieme livre du grand poëme de M. Stay, depuis le vers 588, juſqu'au vers 979 (*Philoſophiæ recenſionis à Bened.* STAY, *verſibus traditæ libri X*, 1760, T. II).

31. On trouve à la page 463 de la premiere édition de Newton, un problême qui a pour titre: *Invenire vim ſolis ad mare movendum.* Il fait voir que l'attraction du ſoleil ſuffit pour élever les eaux de l'Océan, dans l'endroit qui eſt dominé par le ſoleil, de vingt-trois pouces plus que dans l'endroit qui eſt à quatre-vingt-dix degrés ou qui voit le ſoleil à l'horizon. Dans l'eſpace de 4 pages que Newton emploie à traiter cet objet, il explique auſſi l'influence de la lune qu'il jugeoit alors ſix fois plus forte que celle du ſoleil, & les circonſtances locales qui devoient rendre ſes effets plus ou moins ſenſibles dans différentes mers. Il s'eſt étendu davantage ſur cette

matiere dans les éditions de 1713 & de 1726. Cependant la matiere n'étoit point épuiſée, à beaucoup près, & l'application qu'on pouvoit faire du principe de l'attraction à un ſujet auſſi intéreſſant, offroit une multitude de recherches nouvelles & de réſultats curieux. Halley s'en ſervit le premier dans les Tranſactions philoſophiques de 1697, pour donner une théorie détaillée des marées.

32. Mais ce fut l'Académie des Sciences qui fixa l'attention des plus grands Géometres de l'Europe ſur cette matiere. Le prix fondé par M. Rouillé de Meſlay, avoit été propoſé juſqu'alors pour les objets les plus importans de la navigation & de la phyſique céleſte; les Géometres de l'Académie, MM. d'Alembert, Clairaut, Fontaine, de Maupertuis, Bouguer, &c. qui commençoient à s'occuper de l'attraction, virent en 1738, que le problême des marées étoit ſuſceptible d'une profonde analyſe, & les recherches de Newton d'un développement même néceſſaire : ils propoſerent donc les marées pour ſujet du prix de 1740. Cette idée fut ſuivie du plus heureux ſuccès, les trois plus grands Géometres qu'il y eut alors dans le reſte de l'Europe, concoururent au prix, & le partagerent; ſavoir, MM. Euler, Daniel Bernoulli, & Colin Mac-Laurin; ces trois pieces ſont très-belles, & les Peres Jacquier & le Seur, Commentateurs de Newton, publiant leur troiſieme volume en 1742, crurent ne pouvoir mieux faire que de les faire imprimer toutes trois à la ſuite de la propoſition XXIV du troiſieme livre de Newton, *fluxum & refluxum maris ab actionibus ſolis & lunæ oriri.* Il eſt vrai que le P. Cavalleri, Jéſuite, Profeſſeur à Cahors, partagea le prix avec les trois Géometres que nous venons de citer, au moyen d'une piece, où il tâchoit de tirer parti du ſyſtême de Deſcartes pour l'explication des marées. Je voudrois pouvoir taire cette condeſcendance de la part des cinq Commiſſaires qui étoient chargés de décider du prix; mais il faut ſe ſouvenir qu'alors Mairan, Fontenelle, l'Abbé de Molieres, &c. ſoutenoient encore avec force les idées dont

ils avoient été imbus dans leur enfance, & dont ils n'ont jamais pu s'affranchir. On ne put refuſer à des perſonnes reſpectables d'ailleurs la ſatisfaction de laiſſer encore la balance en équilibre, & d'aſſocier à trois célebres Attractionnaires, au moins un Cartéſien, pour ne pas déſeſpérer tous les autres; mais on ſeroit bien éloigné maintenant d'une pareille condeſcendance. Ces quatre mémoires ont été auſſi imprimés en 1741, à Paris, en un volume in-4°. de 350 pages dont je citerai pluſieurs fois les pages dans ce traité.

33. Parmi les pieces dont je viens de parler, celle de Mac-Laurin, quoique fort courte, avoit un mérite particulier; on y trouvoit, pour la premiere fois, la démonſtration d'un théorême que Newton avoit ſuppoſé, & qui n'avoit pas été rigoureuſement démontré; ſavoir, que la terre, la mer, ou en général une ſphere fluide dont toutes les parties ſont ſollicitées par des forces proportionnelles aux diſtances à l'axe, prend la figure d'un ſphéroïde elliptique. M. Clairaut, dans ſa théorie de la figure de la terre, publiée en 1743, ſe ſervit à-peu-près de la même idée, & il la pouſſa beaucoup plus loin, en l'appliquant à un ſphéroïde qui ne ſeroit point homogene, & à grands nombres de cas auxquels Newton & Mac-Laurin n'avoient point ſongé (3580).

La terre eſt couverte d'une couche fluide ſur laquelle le ſoleil & la lune exercent leur action. Cette force attractive eſt de même eſpece que la force centrifuge de la terre autour de ſon axe; elle ſuit les mêmes rapports, en ſorte qu'elle doit changer la ſurface ſphérique des eaux en une ſurface d'ellipſoïde; ainſi la figure applatie de la terre & la figure allongée des eaux de l'Océan ſont une conſéquence du même principe & de la même théorie (3592).

La piece de M. Euler contenoit ſur-tout de profondes recherches ſur l'effet de l'inertie de l'eau, ou de cette force qui fait qu'elle ſe prête difficilement à l'effet de l'attraction, & qui conſerve le mouvement acquis, même après que la cauſe a ceſſé. Je ne parlerai point ici de ce genre

de difficulté qui exigeroit trop de calculs, & qui d'ailleurs ſuppoſe des principes trop hypothétiques.

34. M. Daniel Bernoulli, de Baſle, déja célebre alors par le bel ouvrage qu'il venoit de donner ſur l'Hydrodynamique fut un de ceux qui partagerent le prix. Sa piece avoit une autre ſorte de mérite; il n'avoit pas démontré que la figure des eaux devoit être elliptique; mais en le ſuppoſant avec Newton, il déterminoit par des formules très-générales & très élégantes, toutes les circonſtances des marées, qui devoient réſulter de cette théorie, & je ſuivrai la même route.

35. Depuis ce temps, pluſieurs autres Géometres ont traité cette matiere; & d'abord M. d'Alembert, dans ſes *Réflexions ſur la cauſe générale des vents*, couronnées par l'Académie de Berlin en 1746, & imprimées à Paris en 1747. Il conſidere ſur-tout dans cette piece, l'attraction de la lune & du ſoleil ſur la maſſe de l'air; & ſes principes peuvent s'appliquer au flux & reflux de la mer. Il commence donc par déterminer ce que perſonne n'avoit fait avant lui, les oſcillations d'un fluide qui couvriroit la terre à une petite profondeur, & qui ſeroit attiré par le ſoleil ou par la lune, en comparant ces oſcillations à celles d'un pendule, dont il détermine la longueur; il fait voir enſuite que M. Bernoulli s'eſt trompé dans l'équation qu'il a donnée pour l'élévation des eaux, en ſuppoſant la terre, compoſée de couches différemment denſes, & il démontre qu'il n'eſt point néceſſaire pour expliquer l'élévation des eaux d'avoir recours à ces différentes couches; qu'il ſuffit ſeulement de ſuppoſer que la partie fluide de la terre n'ait pas la même denſité que la partie ſolide : enfin, il donne le moyen de déterminer la viteſſe & l'élévation des particules du fluide, eu égard à l'inertie, & d'une maniere peut-être moins hypothétique que M. Euler. Par ce moyen il trouve qu'un fluide qui couvriroit la terre, doit avoir de l'Eſt à l'Oueſt un mouvement continuel. Voyez l'Encyclopédie, T. VI, au mot *Flux*, de même que l'art. *Vent*, & les Opuſcules de M. d'Alembert. On peut voir encore

ce

ce qu'ont dit à ce ſujet M. Bouguer en 1749, Simpſon en 1743, le P. Boſcovich en 1755, le P. Ximenez de Florence dans une Diſſertation, publiée auſſi en 1755, le P. Priſi *de Gravitate*, 1768, p. 229, &c.

36. Pour moi, je ſuppoſerai que la mer prend une figure elliptique ; les autres hypotheſes m'ont paru ſi arbitraires, que je n'ai pas cru devoir chercher à les introduire dans un Traité élémentaire, deſtiné principalement à la pratique, & par lequel je cherche ſur-tout à procurer des obſervations, qui nous manquent dans cette partie de la phyſique. Un jour, la géométrie, aidée par les obſervations, pourra conduire un peu plus loin.

Je ſuivrai le même principe que M. Bernoulli ; mais je chercherai une route plus ſimple : j'y ajouterai des explications, ſans leſquelles la plupart des lecteurs ne pourroient tirer aucun fruit des ſpéculations les plus ſublimes ; j'éclaircirai des difficultés que M. Bernoulli s'étoit faites ſans les réſoudre ; je démontrerai des propoſitions qu'il n'avoit fait qu'énoncer ; j'entrerai dans des détails d'obſervations, pour faire voir l'accord de la théorie avec l'expérience & l'utilité que l'on peut tirer de ces obſervations. Plan de ce traité.

37. Je commencerai par une difficulté qui ſe préſente naturellement ſur la formation d'un ſphéroïde elliptique, en vertu de l'attraction du ſoleil, difficulté que la plupart des Cartéſiens nous ont faite. Le ſoleil qui répond perpendiculairement au-deſſus de nous, attire les eaux & les ſouleve dans cet endroit ; il doit y produire une marée, cela ſe comprend facilement ; mais la haute mer arrive à la fois dans les deux points de la terre, qui ſont diamétralement oppoſés ; car quand il y a eu une marée le matin, il y en a toujours une le ſoir ; l'effet eſt le même quand la lune eſt à notre zénit & quand elle eſt au Nadir. On ne voit pas d'abord comment l'attraction dirigée vers la lune ou le ſoleil, doit éloigner les eaux & les ſoulever dans la partie oppoſée : pour le ſentir, il faut réfléchir ſur un principe fondamental, & qui revient à tout moment dans la théorie

de l'attraction (3431) : ſi le centre de la terre & les différens points de ſa ſurface étoient attirés également, & dans le même ſens par le ſoleil, il n'y auroit point de marées, puiſqu'il eſt évident que deux corps attirés également ne peuvent être rapprochés ni éloignés l'un de l'autre par l'effet de cette attraction commune : ils ne peuvent être tranſportés que d'un mouvement commun vers une même région ſans changer de ſituation reſpective. Quand la terre, accompagnée de tout ce qui l'environne & de tout ce qui y tient, eſt tranſportée dans ſon orbite autour du ſoleil, les eaux ne s'en ſéparent point ; tout va du même ſens & par un mouvement commun, & l'on ne s'apperçoit pas plus du mouvement que lorſqu'on vogue paiſiblement dans un navire où l'on eſt auſſi tranquille que s'il étoit immobile. Il ne peut donc y avoir de marées que parce que les eaux ſupérieures étant plus près de la lune que le centre de la terre, & cela de 1118 lieues marines, en ſont attirées plus fortement que le centre. Par la même raiſon, les eaux inférieures ſont moins attirées, comme étant de 1118 lieues plus éloignées de la lune qui les attire. Le centre & la maſſe du globe terreſtre doivent donc s'approcher de la lune plus que ces eaux inférieures, c'eſt-à-dire, que ces eaux reſteront en arriere, ſe ſépareront, pour ainſi dire, de la ſurface, & y formeront une eſpece d'élévation ou d'intumeſcence ſemblable à celle qui ſe faiſoit dans les eaux ſupérieures. Il doit donc y avoir deux marées égales, l'une du côté de la lune, & l'autre du côté oppoſé ; les eaux s'éloignent également de la terre, ſoit dans l'endroit où elles ſont forcées de s'approcher de la lune plus que le reſte de la terre, ſoit dans l'endroit où elle s'en approchent moins que la terre.

Il en eſt de même de l'action du ſoleil, qui attire les eaux de la mer auſſi bien que la lune. Si la force du ſoleil eſt capable de faire parcourir deux pieds de plus à la portion du fluide, qui eſt de 1118 lieues plus près de cet aſtre, il fera parcourir deux pieds de moins aux particules d'eau qui ſont au contraire de 1118 lieues

plus loin. On peut ſuppoſer une eſpece de déplacement de la terre, qui ſeroit de cinq pieds pour le centre, de ſept pieds pour les eaux qui ſont du côté du ſoleil, & de trois pieds ſeulement pour celles qui lui ſont oppoſées. Je l'appelle déplacement relativement à l'état où ſeroit la terre avec les eaux, ſi tout étoit attiré avec la même force.

38. Il eſt vrai que la partie des eaux qui eſt du côté de la lune en eſt un peu plus près, par comparaiſon avec la diſtance du centre de la terre, que le centre ne l'eſt par comparaiſon avec la diſtance des eaux les plus éloignées, puiſque les 1118 lieues de différence ſont en diminution ou en dedans pour la conjonction, elles ſont en excès ou en dehors dans l'oppoſition; elles ſont donc une partie plus forte de la premiere que de la ſeconde diſtance entre la terre & la lune. Cela pourroit rendre les marées des nouvelles lunes un peu plus grandes que celles des pleines lunes, comme on le verra ci-après (64); mais cette différence eſt fort petite.

39. J'ai démontré (Aſtr. art. 3589 & ſuivans), que la terre, ſuppoſée homogene, & tournant ſur ſon axe en vingt-quatre heures, doit prendre la figure d'un ſphéroïde elliptique, applati vers les poles, de maniere que l'applatiſſement ſoit les cinq quarts de la force centrifuge qui a lieu ſous l'équateur, c'eſt-à-dire, dans le point où elle elle eſt la plus grande. Je partirai de ce principe, & je ferai voir que tous les phénomenes des marées en ſont une ſuite (*a*).

Soit PP (*Fig.* 1.) l'axe de la terre, E Q le diametre de l'équateur qui tourne par le mouvement diurne autour du centre C: ſoit A B, le rayon d'un parallele terreſtre; par exemple, du parallele que Paris décrit chaque Figure 1.

(*a*) Le théoreme principal qui conduit à cette démonſtration, ainſi qu'à celle de la figure de la terre, ſe trouve démontré d'une maniere fort élégante dans un ouvrage du P. Boſcovich. (Voyage aſtronomique & géographique, &c. pag. 410 & ſuiv.) & le même auteur avoit démontré en 1760, dans ſes Supplémens au Poëme de M. Stay, pag. 485, que le carré de la durée de l'année ſydérale eſt au triple du carré de la durée du jour ſydéral, comme l'élévation produite ſous l'équateur par la force centrifuge, eſt à l'élévation de la mer produite par l'action du ſoleil.

jour autour du point B ; la force centifuge du point A eſt proportionelle à A B, parce qu'elle eſt d'autant plus grande que la vîteſſe eſt plus conſidérable ; ainſi les différens points A, E, F, de la terre tendent à s'écarter de l'axe PP. Telle eſt la nature de la force qui change le méridien circulaire P E P Q en une ellipſe, dont E Q devient le grand axe & PP le petit. On peut l'entrevoir ſans aucun calcul par une propriété fort connue de l'ellipſe ; c'eſt que les ordonnées d'un cercle deviennent celles d'une ellipſe quand on les augmente toutes proportionnellement. Dans un cercle A E G B, (*Fig.* 2.) ſi l'on augmente l'ordonnée D E d'une partie E F qui en ſoit la moitié, l'ordonnée C G d'une partie G H qui ſoit auſſi la moitié de C G, & ainſi des autres, la courbe A F H B ſera une ellipſe : il eſt donc naturel de penſer que toutes les parties de la terre, qui tendent à ſe ſéparer du cercle de la terre avec des forces qui ſont également proportionnelles aux ordonnées de ce cercle, doivent ſe diſpoſer naturellement ſur le contour d'une ellipſe ; mais cette conſidération ne ſuffiroit pas ici. D'ailleurs, le calcul prouve, ce qu'il n'eſt pas aiſé d'appercevoir que la force centrifuge qui, même au point E, (*Fig.* 1.) où elle eſt la plus grande, n'eſt que $\frac{1}{289}$ de la peſanteur totale des corps vers la terre, produit cependant un applatiſſement ou une différence entre C E & C P, qui eſt $\frac{1}{231}$ de C E, c'eſt-à-dire, plus grand d'un quart que la force centrifuge qui produit cet applatiſſement. C'eſt une propoſition que le calcul démontre (3589), & l'on en appercevra à-peu-près la raiſon, ſi l'on fait attention que l'applatiſſement eſt le réſultat, non-ſeulement de la force centrifuge dans l'endroit où elle eſt la plus grande, mais encore de toutes celles qui ſont réparties dans tous les autres points de la terre, & qui contribuent toutes à cet applatiſſement ; il doit donc être plus fort que celui qui proviendroit ſeulement de l'effort qui ſe fait ſous l'équateur.

Figure 2.

40. J'ai dit que la force centrifuge, qui vient du mouvement diurne, changeoit la forme circulaire des

méridiens terreſtres en une figure elliptique ; je crois pouvoir faire, ſans le ſecours du calcul, appercevoir auſſi qu'il en eſt de même de l'attraction du ſoleil, ou de la lune, ſur les eaux ; mais on en peut voir le calcul rigoureux dans mon Aſtronomie, artic. 3582 & ſuiv.

L'attraction du ſoleil, au point G de la terre (*Fig.* 2.) eſt plus grande que l'attraction ſur le point C, parce que le point G eſt plus près du ſoleil que le point C ; de même l'attraction du ſoleil ſur le point E, eſt plus grande que l'attraction en D, parce que le point E eſt attiré de plus près ; la différence de ces attractions eſt d'autant plus forte, que la différence des diſtances eſt plus grande ; ſi D E eſt la moitié de C G, les particules qui ſont en E ſeront détachées de la terre avec une force moindre de moitié que celle qui tend à détacher les particules d'eau qui ſont en G ; car cette diſtance étant la ſeule cauſe de l'inégalité, on voit à-peu-près qu'elle doit lui être proportionnelle.

Ainſi les particules E, G, &c. s'échapperont, l'une en F & l'autre en H, de maniere que E F ſera la moitié de G H ; par-là le contour A E H B ſera celui d'une ellipſe, dont C H ſera le demi grand axe, C A le demi petit axe.

Pour avoir la quantité de cet allongement du ſphéroïde aqueux, il faut ſavoir quelle eſt la plus grande force, ou celle qui a lieu au point G, & les cinq quarts de cette force donneront la fraction qui exprime l'allongement du ſphéroïde, ainſi que je l'ai démontré à l'occaſion de l'applatiſſement de la terre (3589).

41. La force du ſoleil ſur les eaux dépend de ſa grandeur, de ſa denſité & de ſa diſtance, en ſuppoſant ſa maſſe 352800 fois celle de la terre, ſa parallaxe de huit ſecondes ſix dixiemes, & le rayon de la terre 3290200 toiſes, ou 1118 lieues marines (*a*), on trouve que les Marée ſolaire.

(*a*) Nous ne nous ſervirons dans ce livre que de lieues marines, de 20 au degré, ou de milles de 60 au degré, pour nous conformer à l'uſage des marins, qui heureuſement ſont d'accord à cet égard dans les différens pays ; mais nous ſuppoſerons le degré de 57073 toiſes, comme il l'eſt à Paris, & par conſéquent la lieue marine de 2854 toiſes ; elle ſeroit plus petite de 11 toiſes ſi nous étions ſous l'équateur.

cinq quarts de la force du ſoleil donnent une différence de vingt-deux pouces ſept dixiemes pour l'allongement qu'il produit dans les eaux de la mer (3592), c'eſt à-peu-près la quantité que Newton avoit trouvée.

42. L'attraction directe du ſoleil ſur chaque partie de la terre étant décompoſée, produit deux forces (Aſtr. art. 3529); mais, à l'exemple de M. Bernoulli, je n'emploie point la partie tangente à la ſurface de la terre. Cependant M. d'Alembert penſe que l'on peut négliger la force qui éloigne l'eau du centre de la terre, parce que la force de la gravité eſt incomparablement plus grande, & il conſidere l'autre force, c'eſt-à-dire, la force perpendiculaire au rayon de la terre, ou la force tangentielle, dont l'effet n'eſt point contraire à celui de la peſanteur, & tend à mouvoir les eaux de la mer horizontalement, avec des vîteſſes différentes ſelon les différentes diſtances de la lune au zenit; ce mouvement doit en effet élever auſſi les eaux de la mer au-deſſous de la lune, & leur donner la forme d'un ſphéroïde, dont la différence des axes eſt $\frac{3S}{2D^3}$ en ſuppoſant S la maſſe du ſoleil en parties de celle de la terre, & D la diſtance du ſoleil en parties du rayon de la terre (Encyclopédie, *verbo* FLUX, 1756. Réflexions ſur la cauſe générale des vents, 1747).

Ainſi que l'on ſuive à cet égard ou M. Bernoulli, ou M. d'Alembert, ou tous les deux à la fois, on aura toujours un ſphéroïde aqueux; la derniere formule peut ſe réduire en nombres, en ajoutant le logarithme du rayon de la terre en pouces, qui eſt 837455, avec celui de $\frac{3}{2}$ & celui de la maſſe du ſoleil diviſée par le cube de ſa diſtance, ou 240776, & l'on a le logarithme de 9 pouces; ainſi l'effet des marées, en ne conſidérant que la force horizontale ou tangentielle, ſeroit encore moindre que l'effet de la force verticale que nous avons trouvé de 23 pouces.

M. Euler trouve auſſi le même réſultat de 9 pouces, (*Inquiſitio phyſica*, &c. *art.* 39,) parce qu'il néglige la

force perturbatrice qui agit dans la direction de la gravité naturelle ; il fait même un reproche à Newton d'avoir trouvé deux pieds pour l'effet de l'attraction du soleil.

Mais Mac-Laurin, dans la piece que nous avons citée, ne tient compte que de la force dirigée vers le centre de la terre : *De cauſa phyſica fluxus & refluxus maris*, prop. 1, 4 & 5, à l'exemple de Newton & de de M. Bernoulli.

Enfin Simpſon ayant fait entrer dans ſon calcul les deux forces à la fois trouve $\frac{5S}{2D^3}$ ce qui donne pour la différence des axes 15 $\frac{1}{5}$ pouces (*Mathematical diſſertations*. 1743, p. 39.).

Ainſi de ſix Géometres qui ont traité ce problême, un ſeul a conſidéré les deux forces à la fois ; deux ont conſidéré la force tangentielle ſeulement, & trois ont pris la force dirigée vers le centre de la terre. Mais comme il en réſulte toujours un ellipſoïde, & que la quantité abſolue ne peut être déterminée que par les obſervations, je n'inſiſterai pas ſur ces différences, & je paſſe aux concluſions que l'on doit tirer de cette figure allongée que prennent les eaux de la mer, ſuivant tous les Géometres que je viens de citer.

43. M. Bernoulli croit que la quantité de 23 pouces trouvée par la théorie ne s'éloigne pas de celle qu'on obſerve dans la grande mer pacifique ; du moins c'eſt, dit-il, celle que les relations de voyages ont fait adopter pour la mer libre (M. Bernoulli, prix de 1740, pag. 181) ; il ſuppoſe que l'on peut avoir huit pieds de marée ſous l'équateur, dans les cas extrêmes ; ſavoir deux pieds par l'action du ſoleil & ſix par l'action de la lune, dont nous parlerons bien-tôt (art. 55) ; mais la marée eſt certainement bien moindre dans les grandes mers, où les côtes ne retiennent pas l'eau ; nous en verrons la raiſon (art. 47.).

44. Tout ce calcul ſuppoſe que la terre ſoit un ſphéroïde homogene, c'eſt-à-dire, d'une égale denſité depuis le centre juſqu'à la circonférence ; ſi la terre eſt plus

denſe vers le centre, & plus rare à la ſurface, on voit aſſez que le ſoleil aura plus de priſe ſur les eaux qui ſeront plus éloignées de la partie denſe de la terre, & au lieu de vingt-trois pouces que nous trouvons pour la marée ſolaire, on en trouvera beaucoup plus ſuivant les diverſes hypotheſes que l'on fera ſur la ſtructure intérieure de la terre qui nous eſt totalement inconnue. Quand on ſuppoſe la denſité en raiſon inverſe de la diſtance au centre, on trouve que la marée eſt quatre fois plus grande, ſuivant le calcul de M. Bernoulli ; mais il eſt clair qu'on ne peut admettre une hypotheſe qui donneroit vers le centre une denſité infinie ; d'ailleurs on va voir que M. d'Alembert accuſe M. Bernoulli de s'être trompé dans ſon équation aux denſités.

Les marées ſont de trois pieds dans les mers libres.

45. Il eſt probable ſans doute que la terre eſt un peu plus denſe autour du centre qu'à la ſurface, & par conſéquent on devroit trouver plus de huit pieds de marée dans les mers libres ; cependant on ne trouve gueres plus de trois pieds à l'Iſle de Sainte-Helene, au Cap de Bonne-Eſpérance, aux Iſles Philippines & aux Iſles Moluques, à la Martinique, &c. (*Mém. de l'Acad.* 1751, p. 456. *Philoſophical Tranſactions*, 1762, p. 591. Hiſtoire de l'Académie, 1724, p. 17) ; il en eſt de même des côtes de Guinée à quatre degrés de latitude nord (Hiſt. des voy. T. XV. p. 412, édit. *in*-12.).

M. le Gentil, dans ſon voyage aux Indes, ne l'a gueres trouvée plus conſidérable que de trois pieds dans la mer des Indes. M. Adanſon aſſure que vers l'embouchure du Sénégal les plus grandes marées des équinoxes ſont de deux pieds & demi (*voy. au Sénégal*, p. 46). Elles ne ſont gueres plus grandes aux Antilles, ſuivant des obſervations que M. de Verdun m'a communiquées en 1772, peut-être même ſont-elles plus petites, par des circonſtances locales dont je parlerai à la fin de cet ouvrage. C'eſt auſſi par des circonſtance locales qu'à l'Iſle de Taïti, elles ne ſont que d'un pied (*Phil. tranſ.* 1772, pag. 357). Dans les autres Iſles de la mer du Sud on la trouve à peu-près de trois pieds. Voyage de MM. Cook, Furneaux & Forſter,

Forſter, fait dans les années 1772-1775, & imprimé à Paris en 1778, en quatre vol. *in*-4°, ou ſix vol. *in*-8°, Obſervations de MM. Wales & Baily, imprimées en un vol. *in*-4° en Anglois.

46. Ainſi, la hauteur des marées eſt moindre qu'elle ne ſeroit ſuivant la théorie, même dans l'hypotheſe qui produiroit le moins d'effet, c'eſt-à-dire, dans l'hypotheſe de l'homogénéité de la terre; cette hauteur eſt moindre, à plus forte raiſon, qu'elle ne devroit l'être, vu l'augmentation de denſité qu'il doit y avoir naturellement aux environs du centre de la terre; mais c'eſt une ſuite évidente de l'inertie des eaux, du frottement qu'elles éprouvent ſur le fond, de la réſiſtance qu'elles oppoſent à leur déplacement, de la cohéſion des parties qui réſiſtent à la ſéparation, & du peu de temps qu'elles ont pour céder à l'effet du ſoleil & de la lune avant la rencontre des continens. Il n'eſt donc pas étonnant, que dans de vaſtes mers où les eaux ne ſont ni accumulées, ni retenues par des obſtacles étrangers, la hauteur des marées ne ſoit que de trois pieds, ſur-tout dans la mer Atlantique, où les eaux retenues par les continens de l'Afrique & de l'Amérique, n'ont pas une aſſez grande étendue pour prendre la figure & la hauteur qu'exige la cauſe des marées (art. 124).

47. Au contraire, ſi ſur les côtes des vaſtes continens, on obſerve de très-grandes marées, il eſt évident que cela vient de l'obſtacle que les terres oppoſent au mouvement de la mer: les eaux accumulées dans un golfe, dans un détroit, réfléchies par des terres voiſines & retenues par des côtes oppoſées, doivent s'élever à une hauteur prodigieuſe. On éprouve à Saint-Malo, juſqu'à 45 pieds de marée, & plus encore, quand le vent contribue à retenir & à élever l'eau ſur les côtes; nous en parlerons plus au long, article 160.

Ainſi la petiteſſe des marées, dans les mers libres, & leur hauteur extraordinaire ſur des côtes qui retiennent les eaux, n'empêchent point que nous ne reconnoiſſions l'effet des attractions du ſoleil & de la lune dans ces

mouvemens réglés de la mer ; nous nous ſervirons donc de la théorie pour calculer les circonſtances, les rapports & les variétés de ces effets ; mais nous nous ſervirons des obſervations & de l'expérience, pour en déterminer la quantité abſolue, à cauſe du grand nombre de variétés que les circonſtances locales y apportent ; ainſi, la plus grande marée ſolaire à Breſt, ou la plus grande différence entre les rayons du ſphéroïde ſolaire pour Breſt, eſt ſuivant l'obſervation, 5 pieds & 5 pouces au lieu de deux pieds, en ſuppoſant 21 pieds pour les plus grandes marées dans les ſyzygies périgées.

48. Lorſque nous avons dit que le ſoleil pouvoit produire ſeul 23 pouces d'élévation, nous avons ſuppoſé que la terre étoit un globe : il faudroit peut-être de longs calculs pour démontrer rigoureuſement que la quantité des marées eſt la même ſur une ſphere ou ſur un ſphéroïde très-peu applati, tel que la terre (M. Euler, art. 33). Et pour faire voir qu'un déplacement d'eau de quelques pieds ſur la ſurface d'un ſphéroïde, qui n'eſt applati que de $\frac{1}{230}$ ne doit pas être ſenſiblement différent de ce qu'il ſeroit ſur une ſphere ; mais on voit aſſez que la différence ne pourroit être au moins que $\frac{1}{230}$ de la marée totale ; ainſi nous n'aurons point d'égard dans le cours de nos recherches à la figure applatie de la terre.

Par la même raiſon, ſi l'on ſuppoſe que la lune, ayant donné à la maſſe des eaux de l'Océan la figure d'un ſphéroïde, dont le grand axe ſoit dirigé vers la lune, le ſoleil vienne à exercer une action ſemblable ſur les mêmes eaux dans une direction différente ; cette nouvelle action s'exerçant ſur ce ſphéroïde déja formé par le ſoleil, produira le même déplacement que ſi elle ſe fut exercée ſur une ſphere ; ainſi l'action de la lune élevera les eaux de la quantité qui eſt proportionnelle à la force qu'elle exerce, par-deſſus la hauteur à laquelle la force du ſoleil les avoit déja élevées : l'on peut donc conſidérer ſéparément ces deux actions, & en ajoutant leurs réſultats enſemble, on aura l'élévation totale produite par les deux cauſes réunies.

49. Tout ce que nous disons du sphéroïde produit par le soleil, pourra donc se dire de celui qu'engendre la lune, & il ne s'agira que d'ajouter les deux élévations qu'aura produit chacun de ces sphéroïdes calculé séparément : le second s'élevera sur le premier comme le premier s'élevoit sur le niveau du sphéroïde terrestre primitif dont l'Océan prend la figure dans son état naturel. Par exemple, la distance CG *fig.* 2, qui est de 1118 lieues marines, occasionne une marée GH de 23 pouces, elle ne seroit pas sensiblement plus grande si l'on supposoit CG de 1123 lieues, la terre étant sphérique ; ni à plus forte raison si l'on supposoit 1118 lieues & deux pieds comme sur le sphéroïde déja affecté par l'attraction du soleil.

50. Ainsi je supposerai un sphéroïde allongé dirigé vers le soleil, un autre sphéroïde plus allongé, dirigé vers la lune, & je considérerai ces deux sphéroïdes tournans autour de la terre, par l'effet du mouvement diurne, le sommet de chaque sphéroïde rencontre successivement divers pays de la terre, & leur donne alors pleine mer, parce que la partie la plus allongée & la plus saillante du sphéroïde donne une surabondance d'eau à l'endroit où elle répond ; au contraire quand l'astre est à l'horizon le petit axe du sphéroïde concourt avec le lieu de l'observateur, c'est alors basse-mer. Cette hypothese très-simple & dégagée de tout calcul nous fera trouver tous les phénomenes des marées avec beaucoup de facilité, & nous donnera lieu de comparer la théorie avec l'observation.

Des différens Phénomenes du flux & du reflux de la Mer.

51. Avant que de parler des phénomenes des marées nous dirons un mot des observations qui doivent nous servir de regle.

M. de Candale, que le P. Fournier appelle restaurateur des Mathématiques en France, fit en 1575 plusieurs observations exactes sur les marées à l'embouchure de la

Garonne, & publia un ouvrage intitulé : *Mare Poynæis*, & le P. Fournier cite pluſieurs fois ces obſervations (Hydrog. p. 440, 453, &c.). On ſentit, ſur-tout dans le dernier ſiecle, combien il étoit utile d'avoir ſur les marées des obſervations ſuivies & détaillées. On donna des ordres en Angleterre en 1666 dans divers ports, comme on le voit dans les Tranſactions philoſophiques de 1666 n°. 21, & M. Moray publia des Inſtructions pour faire des obſervations exactes, dans le n° 17.

On publia vers 1675, dans un Journal Italien, une inſtruction ample & détaillée ſur la maniere d'obſerver les marées, & l'on en mit un extrait dans le Journal des Savans du 22 Avril 1675 avec une figure de la machine propoſée pour cet effet, dont M. Perrault dreſſa le plan ſur l'idée qui en étoit donnée dans le livre Italien. Cette machine conſiſte à élever un tuyau vertical qui plonge en tout temps dans l'eau, & dans lequel un morceau de bois flottant ſoit ſuſpendu à une corde qui paſſe ſur une poulie; un index placé ſur la poulie marque ſur les diviſions d'un cadran les élévations de l'eau; un contre-poids attaché à la corde paſſe ſur pluſieurs poulies moufflées pour qu'il ne parcoure que peu d'eſpace dans le lieu de l'obſervation. On peut auſſi y mettre un engrenage d'un pignon avec une roue qui ne fera qu'un tour pour dix ou douze révolutions du pignon. Le trou par lequel l'eau entre dans le tuyau doit être plus petit de moitié que le corps du tuyau, pour que l'inégalité des vagues ne ſe communique point au bois flottant. On remarque dans ce même Journal la néceſſité de tenir regiſtre des vents & de l'état de l'atmoſphere, de l'heure de chaque obſervation, de la ſituation de la lune & du ſoleil, &c.

Il y a des côtes & des ports qui aſſéchent de baſſe-mer, & où par conſéquent on ne pourroit obſerver par cette méthode les hauteurs des marées; dans ces cas-là on peut ſe ſervir d'une chalouppe ou d'un canot que l'on amarre au premier endroit qui n'aſſeche jamais, & avec lequel on ſonde à différentes heures pour avoir les hauteurs au-deſſus du fond. C'eſt l'heure de la pleine mer

qui ſert de baſe aux calculs, & qu'on obſerve avec ſoin, de même que la hauteur de l'eau; mais cette heure de la pleine mer eſt difficile à obſerver immédiatement, parce que pendant plus d'un quart d'heure la hauteur de la mer ne change pas ſenſiblement, comme il arrive à toutes les quantités qui parvenues à leur *maximum* & ſur le point de décroître, ſont quelque temps ſans changer ſenſiblement; mais pour déterminer l'heure de la haute mer plus exactement, on ſe ſert d'une méthode analogue à celle des hauteurs correſpondantes, uſitée en aſtronomie : on obſerve le moment où la mer eſt parvenue à une certaine hauteur une demi-heure avant la pleine mer; on obſerve enſuite, une demi-heure après la pleine mer, l'inſtant où les eaux ſont arrivées à la même hauteur que dans la premiere obſervation, & le milieu entre ces deux inſtans donne plus exactement celui de la marée.

52. Les obſervations dont nous nous ſervirons pour comparer la théorie avec l'expérience, furent faites au commencement du ſiecle, d'après les inſtructions de l'Académie, & en conſéquence des ordres de M. le Comte de Pont-Chartrain, qui envoya dans divers ports de France un Mémoire imprimé contenant la maniere dont il convenoit d'obſerver les marées (*Hiſtoire de l'Acad.* 1701, p. 11). M. Baert, profeſſeur d'Hydrographie, à Dunkerque, fut un des premiers qui s'empreſſerent à ſeconder les vues de l'Académie & du Miniſtre; il envoya une ſuite de 434 obſervations faites en 1701 & 1702. M. Caſſini le fils en publia une partie, avec des réflexions propres à établir des regles générales ſur les marées (*Mém. Acad.* 1710, p. 318).

53. Les obſervations du Havre furent faites par M. Boyſſaye du Bocage; M. Caſſini en rapporte pluſieurs dans les Mémoires de l'Académie pour 1710, pag. 366 & ſuivantes. Celles de Breſt furent faites par M. Montier de Longchamps, depuis 1711 juſqu'en 1716; elles ſont dans les Mémoires de 1712, p. 86, 1713, p. 14, 1714, p. 246, & 1720, p. 154; celles de l'Orient ſont

auſſi par extrait dans les Mémoires de 1720, p. 355; elle furent faites par les ordres de M. le Régent. M. Caſſini, en recevant ces obſervations, en rendoit compte à l'Académie; il y joignoit ſes remarques, & il en tiroit des conſéquences, en général très-judicieuſes; ce qui y manque ne vient que de ce que M. Caſſini n'étoit point guidé par la théorie des variétés que l'attraction devoit cauſer dans les marées, parce qu'on ignoroit encore les véritables regles de ce phénomene; il a même varié ſur les regles qu'il avoit tirées de ces obſervations, parce qu'elles n'étoient pas toujours aſſez bien d'accord pour fournir des regles invariables. J'aurois bien voulu conſulter les originaux de ces journaux d'obſervations qui ont été faites, à ce qu'il paroît, avec beaucoup d'aſſiduité & beaucoup de préciſion; mais je n'ai pu les découvrir. Heureuſement M. le Comte de Caſſini en a trouvé beaucoup dans les manuſcrits de ſon grand pere, & il a bien voulu me les communiquer.

Phénomene diurne.

54. Le premier de tous les phénomenes des marées conſiſte en ce que la mer s'éleve & inonde nos rivages deux fois dans l'eſpace d'environ 24 heures & trois quarts, & que les deux marées retardent d'un jour à l'autre comme le paſſage de la lune au méridien. On appelle *flux* ou *flot* la pleine mer, reflux *ebe* ou *juſant*, la baſſe mer, les plus grandes marées s'appellent auſſi *grandes malines*, *vives eaux*, *gros de l'eau*, & les plus petites marées *mortes eaux*, ou *la mort de l'eau*, ſuivant le langage des pilotes côtiers. Au bout d'une lunaiſon, d'une révolution lunaire ſynodique, ou d'un retour de la lune au ſoleil, les marées reviennent à-peu-près à la même heure. Ce phénomene étoit déja connu des anciens (art. 9[illegible]); il nous fait voir que la lune a beaucoup plus de part que le ſoleil à l'élévation des eaux de la mer, & que ſa force eſt plus grande que celle du ſoleil, à raiſon de ſa grande proximité. Nous n'avons aucun autre indice de la maſſe de la lune, de ſa denſité & de ſa force réelle; mais le phénomene des marées étant lié viſiblement avec le mouvement de la lune, c'eſt un effet par lequel nous remon-

tons à la cauſe, & il nous indiquera le rapport des forces du ſoleil & de la lune (art. 56.).

La révolution moyenne de la lune par rapport au ſoleil, ou la lunaiſon moyenne, eſt de 29 jours 12 heures 44′ 2″ 8 (Aſtr. art. 1481.); c'eſt auſſi la période des marées, ou du moins leur période moyenne, abſtraction faite de toutes les inégalités dont nous allons parler. Pour avoir le retardement de chaque jour, il faut dire 29 jours 12 heures 44′ 3″ ſont à 24 heures, comme 24 heures ſont à 48′ 45″ 7; c'eſt le retardement moyen d'une marée à celle du jour ſuivant.

55. Le ſecond phénomene des marées eſt celui de chaque mois; le flux eſt plus grand dans les ſyzygies, c'eſt-à-dire, dans les nouvelles lunes & dans les pleines lunes, & le plus petit dans les quadratures, c'eſt-à-dire, lorſque la lune eſt dans ſon premier ou ſon ſecond quartier. Ce phénomene étoit auſſi connu des anciens, comme nous l'avons dit ci-deſſus (art. 9); il eſt conſtant & général, on l'a obſervé partout, & il n'y a aucune incertitude à ce ſujet. Il nous apprend que le ſoleil contribue à élever les eaux, & la théorie nous l'a fait voir auſſi (art. 41). Phénomene menſtruel.

Le ſoleil change les eaux de l'Océan en un ſphéroïde allongé, dont le grand axe eſt dirigé vers le ſoleil & vers le point oppoſé; mais la lune en conjonction avec le ſoleil ajoute ſur ce ſphéroïde un nouveau ſphéroïde ſemblable, & forme par conſéquent une nouvelle élévation des eaux, qui s'ajoute à celle que produiroit le ſoleil. La même choſe a lieu dans l'oppoſition, puiſque les deux ſphéroïdes ſont égaux par leurs extrêmités oppoſées (art. 37); ainſi dans les nouvelles & pleines lunes la marée totale doit être la ſomme des deux effets du ſoleil & de la lune (art. 48).

Au contraire dans les quadratures, le grand axe du ſphéroïde ſolaire concourt avec le petit axe du ſpéroïde lunaire, puiſque la lune étant à 90 degrés du ſoleil, le grand axe dirigé vers la lune fait un angle droit avec celui qui eſt dirigé vers le ſoleil; ainſi l'élévation des eaux que la lune pouvoit produire eſt diminuée de toute la quantité

dont le ſoleil les abaiſſe ; s'il y a ſix pieds d'allongement par l'effet de la lune & deux pieds par l'effet du ſoleil, il ne reſtera ſur le petit axe du ſphéroïde lunaire, que quatre pieds de marée du côté de la lune pour le jour de la quadrature ; l'on aura donc la différence des deux effets dont on avoit la ſomme dans le temps des ſyzygies.

56. Ainſi en comparant les marées des quadratures avec celles des ſyzygies, on connoît le rapport entre la différence & la ſomme des deux forces du ſoleil & de la lune, d'où il eſt aiſé de conclure le rapport des forces elles-mêmes.

Rapport des forces de la lune & du ſoleil.

Par exemple, M. Bernoulli dit que M. Thouroud lui écrivoit que dans les grandiſſimes marées de Saint-Malo la mer s'élevoit de 50 pieds, & ſeulement de 15 dans les marées bâtardes (p. 113) ; il ſuppoſe donc que dans les ſyzygies les marées ſont d'environ 50 pieds, & celles des quadratures de 15 pieds, elles ſont dans le rapport de 50 à 15, ou de 10 à 3 ; donc les forces de la lune & du ſoleil, ſuivant ces obſervations, ſont comme 13 à 7 ; car la ſomme de 13 & de 7 eſt à leur différence comme 20 eſt à 6, ou comme 10 eſt à 3, c'eſt-à-dire, comme les marées obſervées ; en ſorte que la force de la lune, par rapport à celle du ſoleil, ſeroit $\frac{13}{7}$ ou un peu moins de deux ; mais j'ai lieu de croire qu'on a aſſigné une quantité trop forte à ces marées des ſyzygies (art. 160), & que la force du ſoleil ſeroit un peu différente d'après les marées de Saint-Malo.

On voit dans les Tranſactions philoſophiques (n° 14, p. 813. Abrégé, T. II, p. 265), que ſuivant les obſervations de Sturmy, faites auprès de Briſtol, les grandes marées des nouvelles & pleines lunes dans le temps des équinoxes ſont de 45 pieds d'Angleterre (ou 42 pieds de France), & celles des quadratures de 25 pieds ; elles ſont donc entr'elles comme 9 eſt à 5, en ſorte que les forces doivent être comme 7 eſt à 2 ; car la ſomme & la différence de 7 & de 2 ſont 9 & 5, ce qui donne la force de la lune $3\frac{1}{2}$. Les obſervations de Calais m'ont donné 3 ſeulement ; Newton l'avoit d'abord ſuppoſée ſix

fois

fois plus grande que celle du ſoleil ; dans la ſuite il la trouva preſque quadruple. M. Bernoulli, après beaucoup de comparaiſons, a jugé que la force de la lune étoit $2\frac{1}{2}$ fois celle du ſoleil dans les moyennes diſtances de la lune.

A Calais la différence entre les hauteurs moyennes de la mer dans les ſyzygies & les quadratures eſt de 4 pieds 6 pouces & demi, par un très-grand nombre d'obſervations ; c'eſt l'effet entier de l'action du ſoleil, tandis que la ſomme des deux effets eſt de 18 pieds 5 pouces ; ainſi l'effet de la lune ſeule eſt de 13 pieds 10 pouces & demi ; ce qui eſt un peu plus de trois fois l'effet du ſoleil, au lieu de deux fois & demi qu'on emploie communément avec M. Bernoulli. Cette détermination de la force lunaire ſeroit des plus exactes, parce qu'elle eſt déduite d'un nombre conſidérable d'obſervations, tant des grandes marées que de celles des quadratures ; mais il y manque le terme inférieur des marées des ſyzygies, ſur lequel il pourroit bien y avoir quelques pouces d'incertitude, & qui cependant paſſe pour avoir été déduit des ſondes faites pendant deux ans. *Mém. de l'Acad.* 1772, part. I, p. 318. *Mém. préſentés*, T. VIII, p. 589.

A Breſt ſi les grandes marées ſont de 22 pieds 6 pouces au plus dans le périgée, & les plus petites qu'on y ait obſervées de 4 pieds 4 pouces dans l'apogée, on accorde ces deux données, en ſuppoſant 6 pieds 2 pouces pour le ſoleil, & 13 pieds 5 pouces pour l'effet de la lune dans les moyennes diſtances ; la force de la lune ſeroit donc ſeulement $2\frac{1}{6}$. Mais comme les grandes marées obſervées à Breſt ne vont qu'à 21 pieds, excepté deux fois en pluſieurs années (art. 154), je ſuis plus porté à regarder les deux marées de 22 & 23 pieds comme étant cauſées par des vents extraordinaires, & je crois que les marées produites par l'action de la lune & du ſoleil ne paſſent pas 21 pieds, & ne vont pas au-deſſous de 4 pieds 8 pouces à Breſt (art. 105 & 106), dans cette ſuppoſition je trouve (art. 63), qu'il y a 12 pieds 10 pouces pour l'effet de la lune dans les moyennes diſtances, & 5

pieds 4 pouces pour le ſoleil, le rapport des forces eſt entre $2\frac{1}{3}$ & $2\frac{1}{2}$.

Ainſi ce rapport des forces du ſoleil & de la lune n'eſt pas éloigné de celui de 1 à $2\frac{1}{2}$, & s'il eſt encore ſuſceptible d'une petite incertitude, c'eſt par le défaut d'obſervations ſuffiſantes.

Dans les exemples que je viens de rapporter, je n'ai employé que les hauteurs de la marée; on verra bientôt que les intervalles des heures des marées ſont auſſi propres que les hauteurs à faire trouver le rapport des forces du ſoleil & de la lune, & M. Bernoulli s'en eſt ſervi (art. 76); mais il faudroit encore des obſervations faites avec plus de ſoin qu'on ne les a communément ſur l'heure de la pleine mer.

57. Ainſi des deux premiers phénomenes obſervés de tous les temps dans le flux & le reflux de la mer nous avons tiré deux conſéquences : les marées retardent tous les jours à-peu-près comme la lune, & ont exactement la même période; donc la lune en eſt la principale cauſe. Les marées ſont cependant plus grandes quand la lune eſt jointe au ſoleil; donc le ſoleil y a auſſi quelqu'influence. Nous avons vu la maniere de ſéparer ces deux effets par le moyen de l'obſervation.

58. La ſeule difficulté qu'on peut avoir ſur la réalité de cette cauſe vient de ce que la haute mer n'arrive pas au moment même où la lune paſſe au méridien & domine ſur nous; en ſorte que le ſommet du ſphéroïde aqueux n'eſt pas dirigé préciſément vers la lune ni vers le ſoleil, même le jour de la conjonction, où ils agiſſent enſemble; on a fait toujours cette objection aux attractionnaires. Cependant il eſt facile de ſentir que c'eſt un effet de l'inertie, de la réſiſtance, du frottement, & on l'avoit déja compris du temps de Pline (art. 9). En effet la mer peut-elle ſe prêter en un inſtant à l'attraction de la lune, & s'élever tout de ſuite au point où cette force tend à l'élever; les obſtacles qu'elle rencontre, les interruptions de l'Afrique & de l'Amérique qui coupent l'Océan dans le ſens le plus contraire à la régularité des

Inertie des eaux.

marées, la ténacité & l'adhérence des parties de l'eau ne font-elles pas ſentir aſſez que ſi la haute mer n'arrive pas tous les jours auſſi-tôt que la lune eſt à ſa plus grande hauteur, cela vient des obſtacles étrangers. Enfin l'on ſait que l'impreſſion d'une force continue lors même que la force ceſſe d'agir ; ainſi il n'eſt pas étonnant que la mer continue de monter même après que la force de la lune a ceſſé d'augmenter, & que la lune a paſſé le méridien.

Auſſi nous ſuppoſerons que le ſommet des eaux répond toujours, non pas à la lune ou au point déterminé par la théorie, mais à 30° plus à l'eſt, comme la plupart des obſervations ſemble l'indiquer dans les mers libres. La différence eſt plus grande dans les mers embarraſſées. Cette différence entre le paſſage de la lune & la pleine mer eſt d'autant plus conſidérable que la diſtance eſt plus grande & le frottement plus long. M. Maskelyne a obſervé à l'iſle de Sainte-Helene, vers le milieu de notre Océan ou mer Atlantique, que le retard, c'eſt-à-dire, l'heure de la marée pour le jour de la nouvelle lune, qu'on appelle l'*heure du port*, ou l'*établiſſement du port*, eſt de deux heures & un quart (*Philoſ. Tranſ.* 1762, p. 591). Au cap de Bonne-Eſpérance, qui eſt hors de la zone torride, & par conſéquent plus éloigné du foyer d'activité & du point où s'exercent les forces attractives, le retard eſt de deux heures & demie, ſuivant l'obſervation de M. de la Caille (*Mém. de l'Acad.* 1751, p. 456). Sur la côte de Gaſcogne, de Guyenne & de Poitou, aux endroits où les côtes de France ſont les plus libres & les plus dégagées, il eſt de 3 heures ; à S. Paul de Léon en Bretagne quatre heures, à Saint-Malo & à Plimouth 6 heures, à Barneville 7 heures, à Iſſigni & à Port-en-Beſſin 8 heures, à Caën & au Hâvre de Grace 9 heures, à Dieppe 10 heur. $\frac{1}{2}$, à Boulogne 11 heures, à Calais & à Douvres 11 $\frac{1}{2}$. A Dunkerque & à l'embouchure de la Tamiſe, le retard eſt de 12 heures ; en ſorte que le jour de la nouvelle lune, la pleine mer qui devroit arriver à midi arrive à minuit,

Etabliſſement du Port.

parce qu'il a fallu 12 heures à l'Océan pour ſe répandre ſur les côtes, pour franchir la Manche ou le détroit de Calais, & arriver à Dunkerque. Le flot fait environ 20 lieues par heure ſur nos côtes.

Il en eſt probablement de même dans des iſles de la mer du Sud, où les marées des ſyzygies arrivent une demi-heure avant le paſſage de la lune au méridien (art. 212), c'eſt par un retardement de 11 heures & demie ſur le paſſage précédent.

On trouvera vers la fin de cet Ouvrage une table de ce retard, ou de l'heure du Port en divers pays, compoſée de toutes les Obſervations que j'ai pu recueillir; & l'on eſt obligé d'y avoir égard pour calculer l'heure de la marée, ou la hauteur de la mer à une heure quelconque, par le moyen de la hauteur de la lune (67, 85).

59. On s'apperçoit encore mieux de ce retardement dans les rivieres; par exemple, la marée emploie 9 heures & un quart, à remonter la Seine, du Hâvre juſqu'à Rouen (150). Elle arrive à Londres 3 heures plus tard qu'à l'embouchure de la Tamiſe; quoiqu'elle ſoit encore aſſez forte à Londres pour faire tourner à contre-ſens du courant la machine du London Bridge. Dans la riviere des Amazones, la marée ſe fait ſentir à deux cens lieues de l'embouchure, & emploie pluſieurs jours à faire ce trajet (*Journal des Savans*, *Février* 1770, *M. de la Condamine*, *Voyage de la riviere des Amazones*). Au reſte, l'établiſſement du Port eſt une différence à peu-près conſtante, entre le paſſage de la lune au méridien & la marée; en ſorte qu'en ajoutant enſemble l'heure du paſſage au méridien & l'heure du port, on a à peu-près celle de la marée. Nous diſcuterons plus bas tout ce qui concerne l'établiſſement du Port & les changemens dont il eſt ſuſceptible (241 & ſuiv.).

60. Je crois donc qu'on ne ſauroit révoquer en doute la cauſe de la différence entre le paſſage au méridien & le temps de la haute mer; dès-lors on comprendra facilement pourquoi le jour de la nouvelle lune ou de la pleine lune

n'eſt pas celui de la plus grande marée ; en effet ; elle n'arrive jamais le jour même de la ſyzygie ; c'eſt en général 36 heures après, mais dans certains endroits elle retarde encore plus. Il en eſt à peu-près de même des marées des quadratures ; en ſorte que l'état des marées eſt tel qu'il devroit être un jour & demi auparavant, ſi la mer prenoit auſſi-tôt l'état & la figure que les forces du ſoleil & de la lune ſont capables de lui donner ; on le ſavoit auſſi du temps de Pline (9). C'eſt cet effet de l'inertie ſur lequel M. Euler a donné ſur-tout de ſavans calculs dans ſa piece ſur les marées (prix de 1740, pag. 296). On pourroit y ajouter une ſeconde raiſon, c'eſt que les forces étant les plus grandes dans les ſyzygies, elles varient très-peu aux environs de ces points-là ; il n'eſt donc pas étonnant que l'impreſſion qu'elles ont données à l'Océan ſe continue encore quelque temps, malgré la petite diminution des forces, qui a lieu pendant les 36 heures ſuivantes, & que l'effet par conſéquent aille en croiſſant, quoique la force ait commencé à diminuer.

M. le Gentil a obſervé conſtamment, à Madagaſcar, que les grandes marées des équinoxes arrivent 35 heures après la nouvelle lune, & celles des ſolſtices, 48 ou 50 heures après les nouvelles lunes.

Newton avoit déja dit, qu'à Plimouth & à Briſtol les plus grandes marées n'étoient pas les premieres après les ſyzygies, mais les troiſiemes ; & il paroît que c'eſt d'après les Obſervations de M. Colepreſſ, faites à Plimouth, & rapportées dans les Tranſ. philoſ. de 1668, & celles de M. Sturmy, faites près de Briſtol, & rapportées dans les Tranſ. de 1666.

Richer trouvoit à Cayenne que c'étoit vers le troiſiéme jour qu'arrivoient les plus grandes marées (*Obſervations Aſtron.* p. 67.).

Mais ſur la côte de Flandre, où la marée entre plus difficilement, le retardement eſt de trois à quatre jours ; les plus grandes marées arrivent quatre jours après les

ſyzygies, & les plus petites quatre jours après les quadratures (*Mémoires de Bruxelles*, T. I, pag. 134).

Newton avoit déja fait cette remarque : les plus grandes marées, dit-il, dans les détroits & dans les embouchures des fleuves, ne ſont que le quatrieme, & même le cinquieme jour après les ſyzygies.

Ainſi pour faire des calculs exacts ſur les marées, il faudroit déterminer ce retardement des marées dans différens jours de la lune pour chaque Port, comme on détermine celui de chaque jour, qu'on appelle établiſſement du Port.

61. Mais puiſque dans les mers plus libres cet effet ne retarde que de 36 heures, nous ſuppoſerons cette quantité dans les articles ſuivans ; ainſi quand nous prendrons la diſtance de la lune à la terre, ſon élongation au ſoleil, & ſa déclinaiſon pour calculer une marée, nous prendrons celles qui avoient lieu 36 heures avant cette marée ; car puiſque la marée qu'on obſervera, par exemple, demain au ſoir vers minuit, eſt produite par l'action de la lune qui a lieu aujourd'hui vers midi, comme le prouvent les marées des ſyzygies & des quadratures, également d'accord ſur ce point-là (73), tous les élémens du calcul doivent être ceux qui ont lieu aujourd'hui, & nous y aurons égard dans les regles de l'art. 85.

Troiſieme Phénomene des marées.

62. Le troiſieme phénomene général & inconteſtable des marées conſiſte en ce qu'elles ſont beaucoup plus fortes quand la lune eſt périgée, que quand elle eſt apogée. Cet effet eſt ſi ſenſible qu'il y a des quadratures où l'élévation des eaux eſt égale à celle des ſyzygies, & cela par le ſeul effet de la proximité de la lune à la terre (*Mém. de l'Acad.* 1721, p. 162.). La hauteur de la mer à Breſt dans les ſyzygies périgées ſurpaſſe de plus de 5 pieds la hauteur dans les ſyzygies apogées, & cet effet eſt ſi conſtant que, ſur plus de 140 obſervations faites à Breſt, M. Caſſini n'en trouvoit pas une qui ne fût conforme à cette regle (*Mém.* de 1712, p. 93. *Mém.* 1714,

p. 253); on l'avoit même observé long-temps auparavant, comme on le voit dans les Réflexions de Childrey sur l'hypothese de Wallis par rapport aux marées (*Philos. Transf.* 1670, n° 64, art. 2.).

Dans la table que M. Cassini calcula pour le changement des marées (*Mém. de l'Acad.* 1713, p. 31), il faisoit le changement proportionnel à celui des distances de la lune; mais la théorie nous apprend qu'il est plus considérable, & elle vient fort à propos au secours de l'expérience; car M. Cassini, attribuant trop peu d'effet à l'inégalité des distances de la lune, cherchoit à expliquer, par ses différentes déclinaisons, des marées qui ne dépendoient que de la distance. Il varia beaucoup à cet égard, comme nous aurons occasion de le dire, & il ne pouvoit même expliquer des marées qui se sont trouvées à Brest n'être que de 4 pieds 6 pouces dans des quadratures apogées, & qui auroient dû être un peu plus fortes, suivant sa table; par exemple, le 5 Septembre 1711 & le 15 Mars 1712 (*Mém. Acad.* 1713.).

63. Les forces attractives de la lune sont en raison inverse des carrés des distances, suivant la grande regle de l'attraction; cela seul fait voir que la différence des marées doit être plus grande que celle des distances; mais lorsque cette force attractive se considére, non pas dans la direction primitive, mais relativement au rayon de la terre, c'est-à-dire, lorsque l'on décompose la force de la lune pour avoir son effet sur la pesanteur des eaux relativement au centre de la terre, on démontre facilement que cette partie de la force est en raison inverse des cubes des distances (*Astron.* art. 3444); en sorte que si la force de la lune apogée est double de la force moyenne du soleil, elle sera triple dans le périgée; c'est à-peu-près ce qui a lieu quand on suppose, comme nous l'avons fait, que la force moyenne est de $2\frac{1}{2}$; car $2\frac{1}{2}$ est le milieu entre 2 & 3. Ainsi la marée solaire étant supposée de 2 pieds, celle que la lune y ajoute sera quelquefois de 4 pieds, quelquefois de 6; le total d'une grande marée des syzygies sera tantôt de 6 pieds & tan-

tôt de 3 ; au contraire celles des quadratures ſeront de 2 pieds ou de 4, ſuivant que la lune ſera dans l'apogée ou dans le périgée.

63. La parallaxe horizontale de la lune pour Paris, ſuivant les meilleures tables, varie entre 53′ 53″ & 61′ 28″ (*a*), c'eſt-à-dire, à-peu-près depuis 54′ juſqu'à 61′ $\frac{1}{2}$, d'où il eſt aiſé de conclure que la plus petite diſtance eſt à la plus grande, comme 7 eſt à 8, & que leurs cubes ſont comme 2 eſt à 3, ou plus exactement, comme 125 eſt à 206. Si, par exemple, la lune produit 13 pieds 5 pouces de marée à Breſt, dans les moyennes diſtances (art. 56), elle n'en produira que 10 pieds 10 pouces dans l'apogée, mais il y aura 16 pieds dans le périgée, & la différence entre ces deux marées ſera 5 pieds 2 pouces. Mais ſi l'on préfere de n'adopter que 21 pieds pour la plus grande marée de Breſt & 4 pieds 8 pouces pour la plus petite, en rejettant les extrêmes, on trouvera qu'il faut ſuppoſer pour le ſoleil 5 pieds 8 pouces dans le périgée, & que les effets de la lune ſont 10 pieds 4 pouces & 15 pieds 4 pouces, quantités qui ſont encore dans le rapport des cubes des parallaxes, mais qui ne different que de cinq pieds.

Il ſuffit d'un très-petit tâtonnement pour trouver ce qu'il faut ajouter pour l'effet du ſoleil à la plus petite marée, & ôter de la plus grande, pour que les quantités réſultantes ſoient entr'elles, comme 125 à 206, ou comme la force de la lune dans ſon apogée eſt à ſa force dans le périgée.

J'aurois pu emprunter de la ſeule théorie cette différence de 5 pieds entre les effets de la lune apogée & périgée, pour avoir moins d'élémens à déduire des obſervations ; mais cette différence eſt encore donnée par les obſervations même ; car entre la marée du 8 Septem-

(*a*) Celle qu'on trouve pour tous les jours dans le *Nautical Almanac* de Londres, ou dans la *Connoiſſance des temps*, eſt la parallaxe équatoriale plus grande d'environ 8″ que celle de Paris, ainſi elle va depuis 54, 1″ juſqu'à 61′ 36″, du moins à très-peu près ; par exemple, aux mois de Septemb. 1776, & Novembre 1777.

bre

bre 1714, qui fut de 15 pieds 9 pouces, & celle du 23 Septembre, qui fut de 20 pieds 11 pouces, on trouve la même différence, à 2 pouces près (*Mém. de l'Acad.* 1720, p. 162.).

Voici une table qui fait voir la quantité de cette action de la lune à différentes distances, pour chaque parallaxe prise dans la Connoissance des temps; en prenant pour unité le plus petit effet, qui a lieu dans l'apogée. Les décimales qui sont à la suite de l'unité peuvent donner aisément l'effet de la lune pour un lieu quelconque; par exemple, à Brest, où l'unité vaut 10 pieds & un tiers, si la parallaxe est de 57′ 45″, on multipliera 10 $\frac{1}{3}$ par 1,223, & l'on aura 12 $\frac{2}{3}$, c'est ainsi que j'ai calculé la seconde colonne de la table ci-jointe.

Parallaxes de la lune.		Forces de la lune.	Effets à Brest.	
54′	0″	1,000	10 P	4 P
54	30	1,028	10	7
55	0	1,057	10	11
55	30	1,086	11	3
56	0	1,115	11	6
56	30	1,145	11	10
57	0	1,176	12	2
57	30	1,207	12	6
57	45	1,223	12	8
58	0	1,239	12	10
58	30	1,272	13	2
59	0	1,305	13	6
59	30	1,338	13	10
60	0	1,372	14	2
60	30	1,406	14	6
61	0	1,441	14	11
61	30	1,477	15	4

On voit par cette table, que le milieu entre les deux parallaxes extrêmes, c'est-à-dire 57′ 45″, donne pour l'action de la lune 12 pieds 8 pouces, tandis que le milieu entre les deux actions est de 12 pieds 10 pouces; celui-ci répond à 58′ de parallaxe, parce que le progrès des cubes n'est pas uniforme quand on fait croître les racines, qui sont ici les parallaxes, en progression arithmétique.

On peut juger à l'inspection des Ephémérides ou de la *Connoissance des temps* que l'Académie publie chaque année, & du *Nautical almanac* de Londres, des jours où doivent arriver les grandes marées, en voyant la valeur de la parallaxe de la lune, ou celle de son diametre apparent; car si la parallaxe est la plus grande, si elle va sur-tout à 61 $\frac{1}{2}$ minutes, la veille de la nouvelle lune ou de la pleine lune, on peut juger qu'il y aura une des plus grandes marées qu'il puisse y avoir. Pour trouver l'effet qui répond à

un jour donné, il faut diviſer l'effet de la lune dans ſes moyennes diſtances, ou lorſque la parallaxe eſt de 57 minutes par le cube de la parallaxe qu'elle avoit 36 heures avant le jour donné, & multiplier le quotient par le cube de la parallaxe des moyennes diſtances, qui eſt de 57 minutes environ.

Pour qu'on ait une idée de la maniere dont les parallaxes varient de jour en jour entre l'apogée & le périgée de la lune, je vais rapporter un exemple tiré d'un cas extrême, entre le 6 Février 1776, où elle étoit la plus petite, & le 19 où elle étoit la plus grande.

Diſtance à l'apogée.		Parallaxes.		Diſtance à l'apogée.		Parallaxes.	
Apogée.		54′	5″	J	h		
0j	12h	54	6	7	0	57′	12″
1	0	54	8	7	12	57	39
1	12	54	13	8	0	58	7
2	0	54	19	8	12	58	36
2	12	54	27	9	0	59	5
3	0	54	37	9	12	59	33
3	12	54	49	10	0	59	59
4	0	55	4	10	12	60	23
4	12	55	20	11	0	60	45
5	0	55	38	11	12	61	3
5	12	55	59	12	0	61	17
6	0	56	21	12	12	61	27
6	12	56	46	13	0	61	31

Il y a des mois où dans toute la révolution de la lune ſa parallaxe ne paſſe pas 59′ 24″, c'eſt ce que j'appelle un périgée foible; il y en a auſſi où elle ne diminue pas au-deſſous de 54′ 23″, pour l'équateur, comme au mois de Mai de cette année 1780.

M. Caſſini admettoit 4 pieds & demi de différence pour Breſt, non pas entre les marées totales, mais ſeulement entre les différentes hauteurs ſupérieures de la pleine mer, ce qui étoit trop fort; mais il n'en attribuoit que 3 pieds aux diſtances de la lune, ce qui s'accorde aſſez avec

mon réſultat, & il attribuoit le reſte aux différentes déclinaiſons de la lune, parce qu'il faiſoit entrer dans ſon calcul des marées extraordinaires qu'on doit rejetter, & qui ne ſont pas l'effet de la lune.

« Nous ſuppoſons, dit-il, qu'à Breſt, dans les grandes » marées qui ſuivent les nouvelles ou pleines lunes, lorſ- » que cette planete eſt dans ſon périgée, & qu'elle par- » court en même temps l'équinoctial, la hauteur de la » pleine mer eſt de 20 pieds; que lorſque la lune eſt dans » ſon apogée, & ſur l'équinoctial, la hauteur de la pleine » mer eſt de 17 pieds, & que lorſqu'elle eſt dans ſon apo- » gée, & que ſa déclinaiſon à l'égard de l'équinoctial eſt » de 28 degrés 50′, qui eſt la plus grande qu'elle puiſſe » avoir, la hauteur de la pleine mer eſt de 15 pieds » 6 pouces. Nous ſuppoſons auſſi que dans les petites ma- » rées qui ſuivent les quadratures; lorſque la lune eſt » dans ſon périgée, & qu'elle parcourt l'équinoctial, la » hauteur de la pleine mer eſt de 14 pieds; que lorſ- » que cette planete eſt dans ſon apogée & ſur l'équi- » noctial, la hauteur de la pleine mer eſt de 12 pieds; » & que lorſqu'elle eſt dans ſon apogée, & que ſa dé- » clinaiſon eſt de 28 degrés 50′, la hauteur de la pleine » mer eſt de 10 pieds 6 pouces.

» Suivant ces regles, la différence de la hauteur de la » pleine mer cauſée par les diverſes diſtances de la lune » à la terre dans les nouvelles & pleines lunes, eſt de 3 » pieds, plus grande du double, que celle qui eſt produite » par la déclinaiſon de la lune » (*Mém. de l'Acad.* 1713, pag. 27).

On verra bientôt que l'effet des déclinaiſons n'eſt point prouvé par les obſervations (art. 101); d'ailleurs, M. Caſſini ne parle point ici du terme de la baſſe mer, qui doit entrer dans le calcul, & il n'auroit pas dû trouver $4\frac{1}{2}$ pieds de différence entre les hauteurs ſupérieures de la marée, ſans égard aux inférieures; mais il a pris des marées extrêmes qui étoient affectées par les vents & qui ſont très-rares, puiſque dans les obſerva-

tions que j'ai reçues de Breſt en 1773, 1774 & 1775, il n'y a pas une ſeule hauteur de 20 pieds (art. 106).

Ainſi en admettant avec M. Caſſini la hauteur moyenne de la pleine mer ſur l'échelle de Breſt 17 pieds 9 pouces, & la variation produite par la diſtance de la lune, conformément à la théorie 5 pieds 0 pouce; les deux tiers de cette différence (art. 118) donneront 3 pieds 4 pouces pour le changement de hauteur du terme ſupérieur, entre l'apogée & le périgée, ou 1 pied 8 pouces, entre la moyenne diſtance & le périgée; ainſi la hauteur de la pleine mer ſera de 19 pieds 5 pouces dans le périgée de la lune. Il me paroît qu'elle va rarement au-delà; car ſur 40 hauteurs obſervées dans les ſyzygies, entre 1773 & 1775, je n'en ai trouvé qu'une qui ſurpaſsât de 5 pouces la hauteur que je viens d'aſſigner pour la pleine mer dans le périgée ſur l'échelle de Breſt, c'eſt celle du 1 Février 1775. En ſuivant les mêmes données, on trouveroit 16 pieds 1 pouce pour la plus petite hauteur des vives eaux, & ſur les 40 obſervations il n'y en a que trois où l'on ait eu 4 à 5 pouces de moins; ainſi la théorie eſt très-bien d'accord à cet égard avec l'obſervation : quant à M. Caſſini, il ſuppoſoit $15\frac{1}{2}$ pieds pour la plus petite hauteur; mais il n'y a pas une ſeule de mes 40 obſervations où elle ait été auſſi petite.

Si j'avois pu retrouver les Journaux des Obſervations des marées qui furent faites à Breſt ſans interruption, depuis le 10 Juin 1711 juſqu'au 30 Septembre 1716, & au Port de l'Orient, depuis le 21 Mai 1716 juſqu'au 30 Juin 1719, j'aurois pu en déduire le rapport des forces du ſoleil & de la lune, ſoit dans l'apogée, ſoit dans le périgée, en comparant un grand nombre d'obſervations; mais puiſqu'il ne nous en reſte qu'une partie incomplete, je me contente des milieux qui paroiſſent aſſez bien conſtatés, & je ſépare par la théorie les effets de la lune dans ſon apogée & dans ſon périgée, en donnant à l'un 10 pieds 4 pouces de marée totale, & à l'autre 15 pieds 4 pouces.

64. Les retours de la lune à ſon apogée ne ſont pas d'accord avec ſes révolutions périodiques ou ſynodiques ; car l'intervalle moyen entre l'apogée & le périgée eſt de 13 jours 18 heures 39′ 16″ 96 (Aſtron. 1481), tandis que la différence moyenne entre une nouvelle lune & une pleine lune, eſt de 14 jours 18 heures 22′ 1″, 44, ce qui produit les 57 marées dans un mois lunaire, ou une révolution ſynodique de 29 jours & demi. Ainſi quand la conjonction & le périgée ſe ſont trouvés concourir enſemble pour produire une grande marée, il y en a une plus petite 14 ou 15 jours après, parce que la pleine lune ſe trouve tomber vers l'apogée. Mais bientôt après, le périgée commence à s'éloigner de la ſyzygie, il concourt enſuite avec la quadrature, dont il augmente la marée, & les grandes marées des ſyzygies deviennent plus petites.

Il y a des obſervations, deſquelles on a ſemblé conclure que les marées des nouvelles lunes ſont un peu plus fortes que celles des pleines lunes. M. le Gentil, qui les a obſervées aſſiduement pendant près de cinq mois dans l'iſle de Madagaſcar, dit avoir obſervé conſtamment les premieres de $35\frac{1}{2}$ à 38 pouces, & les autres de 24 à 30 pouces ; mais cela devoit venir de la ſituation de l'apogée de la lune qui étoit oppoſé au ſoleil dans le temps de ſes obſervations au mois d'Octobre 1763. Si l'effet étoit conſtant, il faudroit l'attribuer à la proximité des eaux ſupérieures ; en effet, la lune eſt plus près des eaux ſur leſquelles elle domine, que du centre de la terre ; elle eſt plus près du centre de la terre que des eaux inférieures, & la premiere différence doit produire un effet un peu plus grand que la ſeconde, à cauſe de la proximité ; mais cela doit être très-peu ſenſible, comme je l'ai déja remarqué (art. 38).

M. Bouguer avoit formé une regle de pratique pour trouver la hauteur des marées dans les ſyzygies, relativement aux diſtances de la lune, en ſuppoſant ſon action $3\frac{1}{2}$ fois celle du ſoleil, & leurs diametres moyens égaux, & relativement aux déclinaiſons en ſuppoſant que les ma-

rées augmentent lorſque la lune s'approche de l'équateur (*Nouveau Traité de Navigation*, 1753, p. 230). En voici un exemple.

Suppoſons que la marée ait été obſervée de $17\frac{1}{2}$ pieds lorſque le diametre du ſoleil étoit 32′ 18″, & celui de la lune pris 36 heures plutôt 33′ 22″, & la déclinaiſon de la lune 2° 16′, on ajoutera $2\frac{1}{3}$ fois le diametre de la lune avec $\frac{2}{3}$ de celui du ſoleil, on aura 5963″, on en ôtera le quart de la déclinaiſon en minutes, & il reſtera 5929 qui ſera l'expoſant ou le nombre correſpondant à une marée de $17\frac{1}{2}$ pieds. On fera la même choſe pour une autre ſyzygie, & ſi le nombre correſpondant ſe trouvoit 5427, on diroit 5929 : 5427 :: $17\frac{1}{2}$: 16, ce ſeroit la hauteur de la marée pour cette ſeconde ſyzygie.

S'il s'agiſſoit des quadratures on ôteroit les $\frac{2}{3}$ du diametre du ſoleil, au lieu de les ajouter, pour former les expoſans.

Il ſeroit trop long d'examiner ici les fondemens de cette regle & la valeur des nombres aſſignés par M. Bouguer : il n'a point rendu compte des hypotheſes qu'il avoit adoptées, & ces regles ne ſauroient être auſſi exactes que celles que je viens d'expliquer, ou qu'on trouvera ci-après (art. 85).

Effet des diſtances du ſoleil.

65. L'effet des diſtances de la lune étant ſi ſenſible par l'obſervation des marées, on en a conclu un effet ſemblable pour les diſtances du ſoleil, car il eſt trop peu ſenſible pour qu'on eût pu le découvrir par expérience. En effet la diſtance du ſoleil, au commencement de Janvier, eſt à ſa diſtance au commencement de Juillet dans l'apogée, comme 9832 eſt à 10168; les cubes de ces diſtances ſont entr'eux comme 1 eſt à 1, 1061; la force du ſoleil eſt donc plus grande d'une dixiéme partie en hiver qu'en été : ſi le ſoleil produit à Breſt 5 pieds 8 pouces de marée dans le périgée, il y aura 6 pouces & demi de moins dans l'apogée, c'eſt-à-dire, qu'il y aura 5 pieds 5 pouces dans les moyennes diſtances, & 6 pouces de différence entre l'hiver & l'été. Je ſuppoſe 5 pieds 2 pouces & 5 pieds 8 pouces pour les effets du ſoleil, parce que cela

me donne pour la lune 10 pieds 4 pouces & 15 pieds 4 pouces, dont la différence eſt conforme à la théorie (art. 63), & aux marées extrêmes, ſuppoſées de 4 pieds 8 pouces, & de 21 pieds.

Nous trouvons, dit M. Caſſini (*Mém.* 1720, p. 361), que toutes choſes égales, les marées des ſolſtices d'hiver ſont plus grandes que celles de l'été. Par exemple le 13 Décembre 1716, jour de la nouvelle lune, la déclinaiſon de la lune étant de 18° 43′ auſtrale, & ſon demi-diametre apparent 14′ 45″, l'élévation de la mer au port de l'Orient fut obſervée de 12 pieds 5 pouces; mais le 23 Juin 1717, jour de la pleine lune, la déclinaiſon étant de 18° 25′ auſtrale, & ſon demi-diametre apparent 14′ 47″, l'élévation fut obſervée de 11 pieds 6 pouces plus petite de 11 pouces que le 13 Décembre.

De même le 28 Décembre 1716, jour de la pleine lune, la déclinaiſon boréale étant de 18° 15′, & le demi-diametre 16′ 47″, l'élévation de la mer fut obſervée de 13 pieds 8 pouces; mais le 8 Juillet 1717, jour de la nouvelle lune, la déclinaiſon ſeptent. étant 17° 30′, & le demi-diametre 16′ 48″, l'élévation de la mer ne fut trouvée que de 12 pieds 11 pouces, plus petite de 9 pouces que le 28 Décembre précédent. Les hauteurs du 7 Décembre & du 17 Juin 1714, à pareilles diſtances de la lune, different de 8 pouces (*Mém.* 1720, p. 166). Cela s'accorde fort bien avec la théorie; car il peut arriver que les différences de 9 & de 11 pouces viennent en partie de la ſéchereſſe & du calme qui regnent en été; mais au moins les diſtances du ſoleil, qui agit en hiver de plus près, doivent également y contribuer, d'un dixiéme de l'effet que le ſoleil eſt capable de produire, & on s'en apperçoit dans les obſervations.

66. Après avoir indiqué la maniere de diſtinguer dans les marées les effets qui dépendent du ſoleil & de la lune dans leurs différentes diſtances, il eſt temps de montrer ce qui doit en réſulter dans différens pays de la terre & à différentes heures du jour. Nous conſerverons toujours notre hypotheſe qui conſiſte à ſuppoſer que le ſoleil &

la lune changent la masse de l'Océan en un sphéroïde allongé.

Distances de la lune au zénit.

Pour calculer les hauteurs de la mer en différens points, il ne s'agit que d'avoir pour un point quelconque, la valeur du rayon du sphéroïde aqueux, ce qui est fort simple par le moyen du lemme suivant.

LEMME. Lorsqu'une ellipse est très-approchante d'un cercle; c'est-à-dire, que les rayons tirés du centre de l'ellipse à sa circonférence sont très-petits; leurs différences par rapport au demi grand axe sont comme les carrés des sinus des distances au sommet du grand axe. Soit AFBG, *fig.* 3, le sphéroïde allongé, dont les eaux prennent la figure par l'attraction de la lune; ADEG le cercle circonscrit, en sorte que CA, soit égal à CE, la différence entre CB & CA, c'est-à-dire BE, est la plus grande hauteur de la marée, celle qui a lieu dans le point de la terre qui a la lune à son zénit; & l'excès de CF sur la plus petite hauteur CB est la hauteur de la marée au point F, comptée du terme des basses eaux qui a lieu au point B toutes les fois que la lune est à l'horizon. Mais la quantité FD est la différence entre la plus grande hauteur en A & la hauteur au point F. Or, par la propriété de l'ellipse, FD est à BE comme le carré du cosinus de l'arc ED est au carré du rayon (*Astron.* art. 2680); donc la différence entre un rayon tel que CF & le demi grand axe CA est comme le carré du sinus de la distance AD ou de l'angle que le rayon CF fait avec le grand axe du sphéroïde.

Fig. 3.

Si l'on appelle m la marée totale ou la différence EB des deux axes, & d la distance de la lune au zénit du lieu F, ou l'arc AD, l'on aura pour l'abaissement de l'eau en F, $m \sin^2 d$.

Si l'on veut avoir son élévation par rapport à la basse mer CB, on prendra CA pour unité, l'on considérera que $CF = 1 - m \sin^2 d$ & que $CB = 1 - m$; la différence entre CF & CE est $m - m \sin^2 d$ ou $m(1 - \sin^2 d) = m \cos^2 d$; c'est l'élévation de la mer au-dessus des basses eaux, ou la plus grande marée totale pour le point

point F ; c'eſt donc la plus grande marée poſſible, ou la différence des demi-axes multipliée par le carré du coſinus de la diſtance au ſommet du ſphéroïde ; nous l'employerons ſous cette forme dans les articles ſuivans.

Si l'on compte la hauteur d'une marée depuis le terme inférieur des plus baſſes eaux, qui répond en B au petit axe de l'ellipſe, la marée totale étant toujours la différence entre les deux demi-axes, la hauteur de la marée en un point quelconque F, ou l'excès de CF ſur CB, ſera à la hauteur totale de la marée au point A, comme le carré du ſinus de la hauteur de la lune, ou de l'arc ED eſt au rayon. Et comme les ſinus ſont des fractions du rayon, il ne faudra que multiplier l'effet total, ou la hauteur de la pleine mer, par le carré de cette fraction, pour avoir la hauteur de l'eau en un point quelconque F du ſphéroïde, comptée depuis le terme de la baſſe mer précédente.

La même opération nous ſervira pour trouver les hauteurs à différentes heures dans le même jour, à différentes hauteurs, à différentes latitudes ſur la terre ; enfin, pour différentes déclinaiſons du ſoleil & de la lune.

Changement à différentes heures.

67. A différentes heures, il ne s'agit, pour avoir la hauteur de la mer, que de trouver la diſtance entre le ſommet de l'ellipſoïde, ou le point de la plus grande marée, & le lieu donné où ſe trouve l'Obſervateur ; c'eſt la diſtance de la lune au zénit du lieu, ſi le ſommet de l'ellipſoïde eſt ſuppoſé dirigé vers la lune ; ou la diſtance de la lune au zénit, en diminuant ſon angle horaire de 3^h 4^h, &c. ſuivant l'établiſſement du Port ; & en prenant pour ſa déclinaiſon celle qu'elle avoit 36 heures plutôt, ſi l'on veut avoir égard à ce que nous avons dit ci-deſſus (art. 58 & 61). Cette diſtance au zénit ſera l'arc AD ; la plus grande marée poſſible ou la différence des axes, multipliée par le carré du coſinus de cet arc AD, ou du ſinus de la hauteur de la lune, donnera la hauteur de la marée pour l'heure dont il s'agit, par l'effet ſeulement de la lune.

68. On voit auſſi par la même propoſition, pourquoi

les progrès de la mer montante ſont comme les carrés des temps, ainſi que l'obſervation l'a fait voir (*Mém. de l'Acad.* 1720, pag. 360). Si la mer deſcend d'un pouce en un quart-d'heure, après le moment de la haute mer, elle aura deſcendu de 4 pouces au bout d'une demi-heure; car FD augmente comme le carré du ſinus de l'arc AD lui-même, tant qu'il eſt aſſez petit pour que le ſinus ſoit proportionnel à l'arc AD, ou au mouvement diurne; donc dans l'eſpace d'une demi-heure la deſcente des eaux eſt comme le carré du temps: il en eſt de même de la montée; on compte du moment de la *mer étale*, c'eſt-à-dire, du temps où elle ne fait plus aucun mouvement pour monter ni pour deſcendre.

De l'influence du ſoleil ſur l'heure de la marée.

69. Juſqu'ici nous avons ſuppoſé preſque toujours, que le mouvement de la lune régloit le changement des marées, parce que nous n'avons parlé que de celles qui arrivent dans les ſyzygies ou dans les quadratures; voyons ce qui arrive dans les poſitions intermédiaires, lorſque les forces du ſoleil & de la lune ne ſont ni conſpirantes, ni oppoſées, & que les deux aſtres influent enſemble, & ſur l'heure de la marée & ſur ſa hauteur.

Quatrieme phénomene. Effet des élongations de la lune.

Le quatrieme phénomene général des marées, que des obſervations ſuivies ont fait reconnoître avec certitude, eſt la différence qu'on obſerve, quand la lune eſt éloignée de la ſyzygie & de la quadrature, entre la pleine mer & le paſſage de la lune au méridien: cette différence, au lieu d'être toujours égale à l'établiſſement du Port, eſt plus ou moins grande que dans les ſyzygies ou dans les quadratures; & cela forme une exception à la regle d'approximation que nous avions donnée à l'article 54. Le retardement des marées que nous avons trouvé de 48′ 46″, d'un jour à l'autre (art. 54), varie auſſi entre 36′ & 1 ^{h} 24′ (art. 72); les différentes élongations de la lune, ou ſes diſtances apparentes au ſoleil, font une différence de plus d'une heure ſur le temps de

la haute mer, parce que le ſphéroïde lunaire & le ſphéroïde ſolaire, étant placés obliquement l'un ſur l'autre, il en réſulte que le point de la plus grande hauteur n'eſt point le ſommet du ſphéroïde lunaire, mais qu'il en eſt à une certaine diſtance du côté du ſphéroïde ſolaire. Ainſi la plus grande marée eſt moins conſidérable que celle que la lune ſeule pourroit produire, & le temps où elle arrive eſt différent de celui que l'on détermine par le paſſage de la lune au méridien (art. 54). Celui-ci n'eſt exact que pour le ſommet du ſphéroïde lunaire, & en ſuppoſant que le point de la haute mer accompagne toujours la lune, ou en ſoit toujours à la même diſtance.

70. M. Bernoulli a déterminé ces différences, relatives aux phaſes de la lune, ſoit pour la hauteur, ſoit pour le temps, par des formules très-ſavantes, mais très-compliquées, & il en a fait une table que l'on trouvera ci-après p. 63; mais il eſt facile d'y parvenir par une méthode indirecte (*Aſtron.* art. 3596), qui eſt plus générale, & ſur-tout plus commode; elle eſt même plus exacte; car un calcul dans lequel on ne néglige rien, & dont l'approximation peut être pouſſée très-facilement juſqu'aux ſecondes, eſt plus exact que les formules algébriques, où l'on eſt obligé de négliger beaucoup de termes pour ſimplifier les expreſſions.

71. Soit L (*fig.* 4) la lune dans le méridien, ou le point de l'équateur où répond la lune; S le ſoleil, H le point de la haute mer qui eſt entre le ſoleil & la lune, mais plus près de celle-ci, à raiſon de ce que la force de la lune eſt plus grande que celle du ſoleil; nous allons déterminer à la fois & la ſituation du point H & la hauteur de la marée dans ce point-là. Suppoſons la plus grande hauteur que le ſoleil puiſſe produire dans les eaux de la mer exprimée par l'unité, celle qu'il produira au point H ſera (cof. SH)^2 ſuivant ce qui a été remarqué (art. 66). Suppoſons auſſi la force périgée de la lune égale à 3, l'on aura pour la hauteur produite en H, 3 (cof. LH)^2; ainſi la hauteur totale de la marée en H, qui eſt la ſom- Figure 4.

me des deux, ſera cof. SH ^{2} +3 cof. LH ^{2}. Je ſuppoſe qu'il y ait 60′ de différence SL entre la longitude du ſoleil & celle de la lune, en en mettant 9° $\frac{1}{2}$ pour l'arc LH, & 50° $\frac{1}{2}$ pour SH, on trouvera cof. SH ^{2} = 0, 405 & 3 cof. LH ^{2} = 2, 918, la ſomme eſt 3, 323. Si l'on partage autrement les 60° de l'élongation SL, on trouvera toujours une ſomme plus petite, ce qui nous apprend que c'eſt à 9° $\frac{1}{2}$ de la lune qu'eſt le ſommet du ſphéroïde aqueux, ou le point de la plus haute marée. Ainſi quand il y aura pleine mer, la lune étant à 60° du ſoleil, elle ſera encore à 9° $\frac{1}{2}$ du méridien, & il lui faudra 40′ pour y arriver, à raiſon de 25 heures 6′ qu'elle emploie à y revenir quand elle eſt périgée & qu'elle a ſa plus grande vîteſſe vers l'Orient, ou ſon plus grand retardement diurne. C'eſt ainſi que M. Bernoulli auroit pu calculer la table ſuivante; mais il s'eſt ſervi d'une formule algébrique plus directe & en même temps plus compliquée. Au lieu de 40′ il en trouve 38 $\frac{1}{2}$; mais ces 38′ $\frac{1}{2}$ ſont placées dans ſa table vis-à-vis de 80° & non pas vis-à-vis de 60° auxquelles elles devroient répondre ſuivant le calcul précédent; la différence vient du retard de 36 heures qu'on obſerve dans les effets de la lune ſur les marées (art. 60), & nous allons bientôt expliquer tout ce qui réſulte de ce retardement.

Regle du P. Boſcovich.

On pourroit parvenir à trouver le même réſultat par un théorême fort élégant que le P. Boſcovich a démontré dans ſes ſupplémens au poëme de M. Stay, ſavoir que la ſomme des forces du ſoleil & de la lune eſt à leur différence comme la tangente de l'élongation de la lune eſt à la tangente d'un arc, qui retranché de cette élongation donne le double de l'arc compris entre la lune & le point de la haute mer (*Philoſophiæ recentioris à Benedicto* Stay, &c. 1760. T. II, p. 487).

En comparant cette théorie avec les obſervations, on trouve en effet un retardement de la marée, ou un avancement de près d'une heure dans certains cas, par rapport au paſſage de la lune au méridien (*Mém. de l'Acad.* 1710, p. 336), mais ce n'eſt pas dans les mêmes jours que par

lé calcul précédent, comme je l'ai déja annoncé ; pour en montrer la différence, examinons ce qui ſe paſſe dans les quadratures.

Soit M le ſoleil dans le méridien (*fig.* 5), L la lune dans ſon premier quartier, à 90° du ſoleil à midi, & par conſéquent à l'horizon ; elle arrivera au méridien en M, à 6 heures 12′, en ſuppoſant qu'elle retarde de 48′ d'un paſſage à l'autre, ou qu'elle ſoit dans ſes moyennes diſtances ; mais au bout de 6 heures 12′, la lune ayant fait 3 degrés par rapport au ſoleil, le ſommet du ſphéroïde aqueux aura fait un arc LH, que l'on trouveroit de deux degrés par le calcul de la méthode précédente, & comme la table ſuivante peut l'indiquer. Le ſommet H ſera donc de 5 heures plus éloigné du ſoleil ; ſon paſſage au méridien qui étoit ſuppoſé produire la haute mer, arrivera donc à 6 heures 20′, en ſuppoſant la quadrature à midi, (M. Bernoulli, p. 129). Ainſi la marée des quadratures devroit retarder ſur celle des ſyzygies de 6 heures 20′. Cependant ſuivant les obſervations de Breſt, du Havre, & de Dunkerque, elle ne retarde que de 5 heures 12′ (*Mém. de l'Acad.* 1712, p. 90, 1714, p. 248), ou de 5 heures 22′ (*Mém.* 1720, pag. 158) ; mais cela vient de ce que l'effet ſuit la cauſe d'un jour & demi (art. 60), ou deux jours (*Mém.* 1720, p. 160) ; & ce n'eſt qu'un jour & demi après la quadrature que le retardement ſe trouve de 6 heures 12′, comme il devroit l'être le jour de la quadrature, en ne conſidérant que la cauſe expliquée ci-deſſus ; c'eſt ce que remarqua très-bien M. Bernoulli (p. 131). Par la même raiſon, les premiers nombres de la table ſuivante ne commencent pas par zéro, qui devroit répondre aux ſyzygies, puiſqu'alors la haute mer répond au ſoleil & à la lune tout-à-la-fois ; mais on a remonté de 20° tous les nombres de la table, pour ſatisfaire à cette regle des obſervations. Figure 5.

Ce ſeroit plutôt de 19° qu'il auroit fallu changer ces nombres, ſuivant M. Bernoulli ; mais il a préféré le nombre rond de 20° pour la ſimplicité du calcul.

Cette table eſt diſpoſée pour chaque diſtance ou élongation entre la lune & le ſoleil, au moment de ſon paſſage au méridien; & les degrés de cette élongation convertis en temps, donnent le temps vrai de ce paſſage ; par exemple, en ſuppoſant 60° de diſtance entre le ſoleil & la lune dans le méridien, le temps vrai eſt alors 4 heures 0′; le ſommet du ſphéroïde aqueux a précédé de 38′ $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire, que la marée a dû arriver à 3 heures 21′; mais en retardant de 20° ce nombre de 38′ il faut l'appliquer à 80° de diſtance ou à 5 heures 20′, & il vient 4 heures 41′ $\frac{1}{2}$ pour l'heure de la marée, en ſuppoſant la lune à 80° du ſoleil, & au méridien à 5 heures 20′ dans ſon apérigée, & abſtraction faite de l'établiſſement du Port. Ainſi la table ſuivante ſuppoſe que la diſtance de la lune au ſoleil, ou la phaſe indiquée dans la premiere colonne, ait lieu dans le temps que la lune eſt au méridien, qui eſt auſſi le temps de la pleine mer, du moins à une heure près, & qui doit ſervir de regle pour la marée.

Quand on a calculé les nombres qui répondent au périgée de la lune, il faut les augmenter dans le rapport de 2 à 2$\frac{1}{2}$, & à 3, pour avoir la colonne des moyennes diſtances & celle de l'apogée ; car les nombres des colonnes de cette table ſont dans le rapport inverſe des forces de la lune (M. Bernoulli, p. 134. Aſtr. art. 3596, & ci-après, art. 76). Et ſi l'on ſuppoſoit que la force moyenne de la lune fut triple de celle du ſoleil, comme je le trouvois par les Obſervations de Calais (art. 56), il faudroit prendre les nombres de la premiere colonne qui répond au périgée, pour en faire la ſeconde colonne, ou celle des moyennes diſtances, les augmenter pour former la troiſieme colonne, & les diminuer pour former la premiere.

Cette table ſuppoſe, ainſi que les calculs précédens, que le ſoleil & la lune ſont dans l'équateur. Si l'on vouloit mettre une plus grande préciſion dans le calcul, il faudroit employer les hauteurs des deux aſtres (art. 85).

TABLE de l'intervalle de temps dont la haute mer arrive avant ou après le paſſage de la lune au méridien ſupérieur ou inférieur, calculée par M. Bernoulli, p. 236.

Diſtance de la lune au ſoleil au moment de ſon paſſage.	Paſſage de la lune au méridien, au-deſſus ou au-deſſous de l'horizon.	La lune étant périgée.	La lune dans les moyennes diſtances.	La lune étant apogée.	Paſſage au méridien.
degrés.	H. M.	Minutes.	Minutes.	Minutes.	H. M.
0	0 h 0′	18 après	22 après	27½ après	12 0
10	0 40	9½ après	11½ après	14 après	12 40
20	1 20	0	0	0	13 20
30	2 0	9½ avant	11½ avant	14 avant	14 0
40	2 40	18 avant	22 avant	27½ avant	14 40
50	3 20	26 avant	31½ avant	39½ avant	15 20
60	4 0	33 avant	40 avant	50 avant	16 0
70	4 40	37½ avant	45 avant	56 avant	16 40
80	5 20	38½ avant	46½ avant	58 avant	17 20
90	6 0	33½ avant	40½ avant	50½ avant	18 0
100	6 40	21 avant	25 avant	31 avant	18 40
110	7 20	0	0	0	19 20
120	8 0	21 après	25 après	31 après	20 0
130	8 40	33½ après	40½ après	50½ après	20 40
140	9 20	38½ après	46½ après	58 après	21 20
150	10 0	37½ après	45 après	56 après	22 0
160	10 40	33 après	40 après	50 après	22 40
170	11 20	26 après	31½ après	39½ après	23 20
180	12 0	18 après	22 après	27½ après	24 0

Si l'on néglige ici les déclinaiſons de la lune, c'eſt que les vents & les autres cauſes locales ne permettent pas d'eſpérer une ſi grande exactitude.

Après les 180° ou les 12 h de la premiere colonne, on recommence par le haut de la table; puiſqu'en partant de la pleine lune on a les mêmes phénomenes qu'en partant de la nouvelle lune. En effet, quand la lune paſſe au mé-

ridien à 14^h, c'eſt la même choſe que quand elle y paſſe à deux heures ; car ſi la lune au lieu d'être en L (*Fig.* 4), ſe trouve en M, au plus bas du méridien, la haute mer au lieu d'être en H ſera en N, toujours du même ſens par rapport à la lune ; c'eſt-à-dire, qu'elle ſuivra également le paſſage au méridien, ſi le mouvement diurne ſe fait vers la droite en haut, & en bas vers la gauche.

72. Cette table peut ſervir à trouver l'établiſſement du port par une ſeule obſervation. Par exemple, le Capitaine Cook, dans ſon premier voyage autour du monde, éprouva ſur la côte de la nouvelle Hollande, par 15° de latitude ſud, vers le Cap de la Tribulation, que le 11 Juin 1770, la mer étoit pleine à 11 heures 20 minutes du ſoir. Ce pays étant à 164° de longitude, ou $14^h\ 24'$ à l'occident de Paris, & le vaiſſeau ayant été toujours vers l'occident, il comptoit moins que nous, & nous avions à Paris le 12 Juin $1^h\ 44'$. Par les paſſages de la lune au méridien de Paris, le 11 & le 12, $14^h\ 39'$, & $15^h\ 33'$, je trouve que l'heure du paſſage dans le lieu de l'obſervation étoit $15^h\ 16'$, & le paſſage inférieur $14^h\ 54'$; mais on voit dans la table précédente que la lune étant apogée & paſſant au méridien à 3^h, la marée arrive $34'$ avant le paſſage ; il faut donc les ôter du paſſage $14^h\ 54'$, il reſtera $14^h\ 20'$, qui étant ôtées de l'heure de la marée obſervée à $11^h\ 20'$, donne 9 heures pour l'établiſſement du Port, en cette partie de la nouvelle Hollande.

Mais en ſe ſervant de cette table pour trouver ainſi l'établiſſement du Port, on ſeroit obligé d'y faire enſuite une correction de $22'$ le jour de la ſyzygie, & par conſéquent on n'auroit pas ce que les Marins ont coutume d'entendre par l'établiſſement, c'eſt-à-dire, l'heure vraie de la marée le jour de la nouvelle lune : nous verrons bientôt la maniere d'y remédier (art. 74).

On voit par cette table, que du jour de la nouvelle lune au jour ſuivant, la pleine mer doit anticiper quelquefois ſur le paſſage de la lune d'environ un quart-d'heure, puiſque l'on voit dans la colonne de la lune

apogée

apogée 14′ de plus vis-à-vis de 2ʰ, que vis-à-vis de 1ʰ 20′ ; ainſi l'intervalle des deux marées, au lieu d'être de 24ʰ 40′, n'eſt que de 24ʰ 26′ aux environs des ſyzygies apogées ; les marées avancent ſur la lune d'une demi-minute par heure. On y voit auſſi, qu'après la quadrature la pleine mer retarde d'un jour à l'autre de 31′ ; car il y a 31′ pour 40′ de retardement diurne ; enſorte que l'intervalle d'une marée à celle du jour ſuivant eſt de 25ʰ 11′ au lieu de 24ʰ 40′ ; & ſi la quadrature arrive quelques heures avant la pleine mer, il faut ajouter 3′ par heure au temps de la pleine mer moyenne des quadratures ; c'eſt à peu-près la concluſion que M. Caſſini tiroit des obſervations ; car il ajoutoit 2′½ (*Mém.* 1712, pag. 90, 1713, pag. 280), au lieu de 2′ qu'il avoit d'abord employées (*Mém.* 1710, pag. 371).

73. Mais pour mieux juger de l'accord de cette table avec les obſervations, je vais choiſir les plus anciennes qui aient été publiées par l'Académie. Suivant celles de M. Baert à Dunkerque, le retardement n'étoit que de 36′ du deuxieme au troiſieme jour après la ſyzygie, & il alloit de 1ʰ 8′ juſqu'à 1ʰ 24′, le deuxieme & le troiſieme jour après la quadrature (*Mém. de l'Acad.* 1710, pag. 336), le milieu eſt 1ʰ 16′. Or, on voit dans la table précédente, qu'en effet il y a 11′½ dans les moyennes diſtances dont la marée avance pour 40′ de différence dans le paſſage ; donc pour 49′, qui eſt le retardement moyen de la lune, il doit y avoir 14′ ; c'eſt la quantité dont la marée doit avancer ou retarder moins que les 49′, elle ne doit donc retarder que de 35′. On voit auſſi que dans cette table il y a 25′, dont la marée retarde après la quadrature pour 40′ de retardement de la lune, ce qui fait 30′ pour 49′ ou pour un jour ; donc le retardement doit être de 1ʰ 19′, ce qui ne différe pas ſenſiblement de 1ʰ 16′, que l'obſervation a donné. Cet accord entre la théorie & les obſervations eſt ſingulier ; 1°. en ce que M. Caſſini & M. Baert, qui ne ſoupçonnoient pas la regle, ni même la cauſe de ces irrégularités, en avoient conſtruit une table d'après les ſeules

obſervations, ſans y mêler de préjugé ni d'hypotheſe, ce qui rend les obſervations bien plus précieuſes ; 2°. en ce que ces obſervations comportoient à peine une exactitude auſſi ſcrupuleuſe que celle qu'on vient de voir par l'accord de la théorie & des obſervations. M. Bernoulli (pag. 118), trouve auſſi par des calculs directs, que les retardemens ſont entre 35′ & 85′, ce qui s'accorde avec les obſervations de M. Baert.

74. Cette correction des marées à différens jours a été adoptée par tous les auteurs un peu exacts, pour calculer l'heure de la pleine mer ; mais ſous une forme différente, & par une table dans laquelle on ſuppoſe, ſuivant l'uſage, que l'établiſſement du port ou l'heure de la marée le jour de la nouvelle lune ſoit une quantité conſtante, à laquelle on ajoute le retardement de 49′ par jour, plus ou moins la correction précédente. On trouvera ci-après cette table dont l'uſage eſt plus commode, & dont je vais expliquer la conſtruction.

Par la table de M. Bernoulli qu'on a vue ci-deſſus, on trouve dans les moyennes diſtances de la lune 12 à 13 minutes par jour pour l'accélération de la marée, ce qui fait voir que le retardement naturel de 49′ par jour, ſe réduit à 36′ qu'il faut ajouter à l'heure du port, un jour après la nouvelle lune, pour avoir l'heure de la marée ce jour-là. C'eſt ainſi que M. Bouguer dreſſa une *table de la correction*, qu'il faut appliquer à l'heure de l'établiſſement dans un port pour y avoir le temps de la pleine mer, ou du retardement qui doit arriver pour tous les jours après les différentes phaſes de la lune (*Elémens de navigation*, 1753, p. 225.). M. de la Caille l'étendit dans l'édition qu'il donna de cet ouvrage en 1760 & en 1769, p. 364. Sa table a été adoptée par Robertſon, célebre Profeſſeur de marine aux Ecoles d'Angleterre, dans ſes *Elémens de navigation*, T. II. p. 398, & par M. l'Evêque (*Guide du Navigateur*, 1779, p. 589). On y trouve pour la quadrature 5 heures 6′, cela veut dire que la pleine mer, qui devroit arriver à 6 heures, arrive 54′ plutôt ; voici la raiſon de ces 54′. On voit dans la table précédente que la marée

arrive 22′ après le paſſage de la lune, ſi c'eſt dans les ſyzygies, & 40′ ½ avant, ſi c'eſt dans les quadratures; celles-ci avancent donc de 62 à 63 minutes ſur les premieres : & comme c'eſt dans les ſyzygies qu'on détermine l'établiſſement du port, & qu'on regle toutes les autres marées, il faut partir de celle-là, & ne mettre pour les autres phaſes que la quantité dont la marée correſpondante avance ſur celle de la ſyzygie, qui eſt toujours ſuppoſée connue, puiſqu'on l'appelle l'heure du port.

M. Pingré, dans ſon *Etat du ciel* pour 1757, a donné une table pareille, mais elle dépend de la diſtance entre la lune & le ſoleil, & les nombres ſont un peu différens ; car pour 3 ſignes 0°, c'eſt-à-dire pour le moment de la quadrature le retardement y eſt marqué 4 heures 57′, au lieu de 5 heures 6′ que donne la table de M. de la Caille. Il y auroit 6 heures 0′ ſi l'on n'avoit point d'égard aux circonſtances de l'inertie & de l'action du ſoleil; ainſi M. Pingré ôte 63′ de l'heure naturelle de la marée, conformément à la table de M. Bernoulli; car dans celle-ci il y a 22′ de retard à la nouvelle lune, & 40 ½ d'accélération pour la marée de la quadrature; celle-ci avance donc de 62′ ½ ſur la premiere.

Au lieu de 63′ M. Bouguer ſuppoſe 54′ ſeulement, la différence de 9′ eſt à-peu-près celle qu'il y auroit entre 5 heures ſolaires & 5 heures lunaires ; ainſi je ſoupçonne que M. Bouguer a ſuppoſé la quadrature à midi, & a mis dans ſa table le temps que la lune emploie depuis ce moment-là pour aller au méridien, où le temps qui s'écoule depuis le paſſage du ſoleil au méridien juſqu'à celui du ſommet du ſphéroïde aqueux ; tandis que M. Pingré a voulu ſuppoſer la phaſe à l'heure du paſſage de la lune, comme M. Caſſini & M. Bernoulli (art. 246), ce qui lui donne 4^h 57′ ſeulement pour l'heure de la marée en quadrature, au lieu de 5^h 6′ que l'on trouve dans la table de M. Bouguer & de M. de la Caille. Mais il paroît que dans cette ſuppoſition de la quadrature arrivée à midi, M. de la Caille auroit dû tenir compte encore de la quantité dont le ſommet du ſphéroïde s'éloigne de

la lune, & qui eſt d'environ deux tiers du mouvement de la lune dans le temps des quadratures & des moyennes diſtances, ou $\frac{1}{L-S}$, c'eſt-à-dire, $\frac{1}{2\frac{1}{2}-1} = \frac{2}{3}$, la force de la lune étant $2\frac{1}{2}$. Cela fait une minute & demie par heure ſur le temps (M. Bernoulli, pag. 112, 118 & 129.): alors M. de la Caille auroit eu $5^h\ 13'$ au lieu de $5^h\ 6'$. D'ailleurs, c'eſt au paſſage de la lune par le méridien que l'on doit rapporter les marées; ainſi il eſt plus naturel de ſuppoſer que la quadrature eſt arrivée à ſix heures, ou à l'heure du paſſage de la lune au méridien.

Au reſte, la table eſt diſpoſée pour l'intervalle de temps entre la phaſe de la lune & la marée; elle apprend, par exemple, que quand la quadrature arrive au moment de la marée, & que l'intervalle eſt zéro, le ſoleil eſt à $5^h\ 6'$ du méridien au moment de la pleine mer; ainſi quand on ne ſait pas à peu-près l'heure de la marée, il faut commencer par un calcul approché pour parvenir à un calcul plus exact. Cependant il me ſemble plus naturel de ſe régler ſur le paſſage au méridien que ſur le moment de la haute mer, j'en donnerai la raiſon (art. 247).

75. M. de la Caille donne pour l'uſage de cette table l'exemple ſuivant. Suppoſons que le dernier quartier de la lune ſoit le 19 du mois à 5 heures, & qu'on cherche l'heure de la marée pour le 18 dans un port dont l'établiſſement eſt $9^h\ 20'$ du matin; on trouve d'abord dans la table que pour un jour avant le ſecond quartier il faut ajouter $4^h\ 9'$ à l'établiſſement du port, on aura donc $13^h\ 29'$; ainſi la pleine mer ſera le 18 à une heure & demie du matin ou du ſoir.

Pour avoir celle du matin plus exactement, on prendra l'intervalle entre le 18 à $1^h\ \frac{1}{2}$ du matin & la quadrature du 19 à 5^h du ſoir, & l'on aura un jour $15^h\ \frac{1}{2}$, ce qui donnera dans la table $3^h\ 38'$, on les ajoutera avec $9^h\ 20'$ établiſſement du port, & l'on aura $12^h\ 58'$, ainſi la marée ſera vers 1^h du matin le 18.

TABLE de la correction qu'il faut appliquer à l'heure de l'établissement du Port, pour avoir le temps de la pleine mer à un jour proposé.

Intervalle de temps.		Après la nouvelle Lune.		Avant le premier quartier.		Après le premier quartier.		Avant la pleine Lune.		Après la pleine Lune.		Avant le dernier quartier.		Après le dernier quartier.		Avant la nouvelle Lune.	
		Addit.		*Addit.*		*Addit.*		*Souſt.*		*Addit.*		*Addit.*		*Addit.*		*Souſt.*	
Jou.	Heu.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.	H.	M.
0	0	0	0	5	6	5	6	0	0	0	0	5	6	5	6	0	0
	3	0	4	4	58	5	14	0	4	0	4	4	58	5	14	0	4
	6	0	8	4	51	5	22	0	9	0	8	4	51	5	22	0	9
	9	0	13	4	44	5	31	0	13	0	13	4	44	5	31	0	13
	12	0	17	4	37	5	40	0	18	0	17	4	37	5	40	0	18
	15	0	22	4	30	5	50	0	23	0	22	4	30	5	50	0	23
	18	0	26	4	23	6	0	0	27	0	26	4	23	6	0	0	27
	21	0	31	4	16	6	10	0	32	0	31	4	16	6	10	0	32
1	0	0	36	4	9	6	20	0	37	0	36	4	9	6	20	0	37
	3	0	41	4	3	6	29	0	42	0	41	4	3	6	29	0	42
	6	0	45	3	56	6	39	0	47	0	45	3	56	6	39	0	47
	9	0	49	3	50	6	49	0	52	0	49	3	50	6	49	0	52
	12	0	54	3	44	6	58	0	57	0	54	3	44	6	58	0	57
	15	0	58	3	38	7	8	1	2	0	58	3	38	7	8	1	2
	18	1	2	3	32	7	18	1	7	1	2	3	32	7	18	1	7
	21	1	7	3	27	7	27	1	12	1	7	3	27	7	27	1	12
2	0	1	11	3	21	7	37	1	17	1	11	3	21	7	37	1	17
	3	1	15	3	16	7	46	1	23	1	15	3	16	7	46	1	23
	6	1	19	3	11	7	56	1	28	1	19	3	11	7	56	1	28
	9	1	24	3	6	8	5	1	33	1	24	3	6	8	5	1	33
	12	1	28	3	1	8	14	1	39	1	28	3	1	8	14	1	39
	15	1	32	2	56	8	23	1	45	1	32	2	56	8	23	1	45
	18	1	37	2	50	8	31	1	51	1	37	2	50	8	31	1	51
	21	1	41	2	45	8	39	1	57	1	41	2	45	8	39	1	57
3	0	1	46	2	40	8	47	2	4	1	46	2	40	8	47	2	4
	3	1	50	2	35	8	55	2	10	1	50	2	35	8	55	2	10
	6	1	54	2	30	9	2	2	16	1	54	2	30	9	2	2	16
	9	1	59	2	25	9	9	2	23	1	59	2	25	9	9	2	23
	12	2	3	2	21	9	17	2	29	2	3	2	21	9	17	2	29
	15	2	7	2	16	9	24	2	36	2	7	2	16	9	24	2	36
	18	2	12	2	12	9	31	2	44	2	12	2	12	9	31	2	44
	21	2	16	2	7	9	37	2	51	2	16	2	7	9	37	2	51
4	0	2	21	2	3	9	44	2	58	2	21	2	3	9	44	2	58

J'aimerois mieux ſuppoſer que l'établiſſement fut pour le ſoir ; ainſi ayant trouvé 13 $\frac{1}{2}$ heures, on devroit ſuppoſer que c'eſt la marée du lendemain matin 19, alors la différence juſqu'au 19 à 5 heures du ſoir eſt de $15^h\frac{1}{2}$, ce qui donne dans la table $4^h\,29'$, qui, ajoutées avec $9^h\,20'$, font $13^h\,49'$, ou $1^h\,49'$ du matin pour la marée du 19.

J'obſerve encore qu'on ne devroit pas ajouter l'heure du port pour avoir l'intervalle qui ſert à chercher dans la table; car c'eſt la poſition de la lune au temps de ſon paſſage par le méridien, & non ſa poſition au moment de la marée, qui eſt cenſée régler la marée de ce jour-là ; la marée qui arrive à $9^h\,20'$ du ſoir, le jour de la ſyzygie dépend du paſſage de la lune au méridien qui eſt arrivé ce jour-là à midi ; du moins c'eſt la ſuppoſition la plus naturelle que l'on puiſſe faire pour établir des regles générales (art. 247).

La même obſervation peut s'appliquer à la maniere dont M. Caſſini cherchoit l'heure de la pleine mer : il trouvoit par un milieu entre 29 obſervations que la pleine mer des quadratures à Dunkerque arrivoit à $5^h\,6'$, en ſuppoſant la quadrature au moment même de la haute mer (*Mém. de l'Acad.* 1710, p. 333). Il ajoutoit aux obſervations 2 minutes (enſuite $2'\frac{1}{2}$) pour chaque heure dont la quadrature avoit précédé l'heure du flot; mais ſuivant mes principes ce ſeroit le paſſage au méridien, qui eſt à 6 heures, & non l'heure du flot, auquel il faudroit comparer la quadrature pour y faire la correction qui dépend des différentes heures où elle arrive, & pour avoir enfin l'heure de la pleine mer, qui a lieu quand la quadrature eſt arrivée au moment du paſſage de la lune au méridien.

Trouver l'heure du Port par une marée quelconque.

La table précédente ſert auſſi à trouver l'établiſſement du port, par une ſeule obſervation de la pleine mer faite hors des ſyzygies ; car ſi on l'avoit trouvée le 18 à $13^h\,49'$ & qu'on trouvât dans la table qu'à la diſtance où l'on eſt du ſecond quartier il y a $4^h\,29'$ à ajouter à l'heure du port pour avoir l'heure de la marée ; on les retrancheroit de

celle qu'on a obſervée, & l'on auroit l'heure du port. Celle-ci eſt telle que les marins ont coutume de la déterminer (art. 244), & n'exige pas la correction de 22′ plus ou moins, dont j'ai parlé ci-deſſus (art. 72).

76. M. Bernoulli s'eſt ſervi de ces différences qu'on obſerve d'un jour à l'autre dans l'intervalle des marées, qui va de 35′ à 85′ (art. 73), pour déterminer le rapport des forces du ſoleil & de la lune, que nous n'avons déterminé ci-deſſus que par les hauteurs même des marées (art. 56). Cette méthode a un avantage, ſuivant M. Bernoulli, en ce que les intervalles & les temps des marées lui paroiſſent être moins incertains & dépendre moins des vents & des circonſtances locales que les hauteurs de l'eau dans ces mêmes marées. J'ai démontré dans mon Aſtronomie, d'une maniere fort ſimple (art. 3596), que la diſtance du ſoleil au point de la haute mer eſt à la diſtance de la lune à ce même point, comme la force de la lune eſt à la force du ſoleil. Si S eſt le lieu du ſoleil (*fig.* 4), L le lieu de la lune, H le point de la haute mer, & que la force de la lune ſoit triple de la force du ſoleil, l'arc SH ſera triple de l'arc HL; or, LH exprime le retardement de la marée H, par rapport au paſſage de la lune L par le méridien, qui eſt d'environ 12 à 13 minutes par jour (art. 74); donc ſi SL eſt le mouvement de la lune en un jour par rapport au ſoleil, ou le retardement diurne du paſſage de la lune par le méridien, de 48′, & HL le retardement diurne du point de la haute mer par rapport au paſſage de la lune L par le méridien, qui eſt d'environ 13′, le temps SH ſera de 36′, c'eſt-à-dire, triple du temps HL, comme la force L eſt triple de la force S. Ainſi connoiſſant par obſervation les arcs LH & SL, on en conclud le rapport des forces du ſoleil & de la lune; c'eſt celui que M. Bernoulli dit avoir trouvé de 2 à 5, ou de 1 à $2\frac{1}{2}$, dans les moyennes diſtances de la lune à la terre. Figure 4.

77. Cette force de la lune eſt auſſi le ſeul moyen que nous ayons pour connoître la maſſe ou la quantité de matiere attractive dont la lune eſt compoſée. La den-

ſité de la lune, ſuivant ces calculs eſt à celle de la terre, comme ſept eſt à dix, c'eſt-à-dire, ſon poids ou ſa maſſe $\frac{1}{71}$ de celle de la terre (*Aſtron.* art. 3414).

78. La ſituation du point de la hauteur entre le ſoleil & la lune (art. 71), eſt meſurée ſur un arc de grand cercle qui paſſe par les deux aſtres, d'où l'on peut facilement conclure ſa ſituation, par rapport au méridien & au pole du monde. Soit P le pole du monde (*fig.* 6); S le ſoleil, L la lune, H le point de la haute mer. Dans le triangle S P L, on connoît par les Ephémérides ou par les tables, les déclinaiſon du ſoleil & de la lune, & leurs diſtances au pole du monde, P S, P L, avec l'angle compris SPL, différence d'aſcenſion droite entre le ſoleil & la lune, on cherchera l'angle L : dans le triangle PLH on connoît l'angle L, la diſtance de la lune au pole PL, & la diſtance LH entre la lune & le point H, trouvée par la regle précédente (art. 71), on cherchera donc l'angle H P L, différence d'aſcenſion droite entre la lune & le point de la haute mer, qui eſt toujours ſitué entre la lune & le ſoleil; on trouvera auſſi ſa diſtance au pole, c'eſt-à-dire, l'arc PH. Delà il eſt aiſé de conclure la diſtance du point de la haute mer au zénit d'un lieu donné, à une heure quelconque, tout ainſi qu'on trouve la hauteur d'un aſtre, quand on connoît ſa diſtance au pole & ſon angle horaire (*Aſtron.* art. 1034). La poſition de ce point H nous ſervira bientôt à trouver l'état de la marée pour une heure quelconque (art. 85).

Fig. 6.

79. La cauſe qui produit les marées s'exerce principalement entre les tropiques, & le ſommet du ſphéroïde aqueux y eſt toujours placé; & par conſéquent la marée devroit y être la plus forte; mais les circonſtances locales, les continens, les golfes, les détroits, augmentent la hauteur de la marée dans nos régions boréales, & les rendent ſouvent plus fortes que celles qui ont lieu ſous l'équateur. Cependant il eſt bon d'examiner ce qui devroit arriver par la ſeule théorie à différentes diſtances de l'équateur; la même méthode nous apprendra ce qui doit

Effets des différentes latitudes.

doit réſulter des déclinaiſons de la lune & du ſoleil lorſqu'ils ſe rapprochent de nous, & cela ne ſera pas inutile, puiſque ce dernier effet peut être ſenſible pour nous.

80. Pour ſéparer les difficultés, & aller du ſimple au plus compoſé, ſuppoſons d'abord que la lune ſoit dans l'équateur, auſſi bien que le lieu de l'Obſervateur; dans ce cas, toutes les marées ſupérieures ou inférieures ſeront égales; car tous les jours le ſommet du ſphéroïde aqueux paſſera au zénit & au nadir, ce qui donnera deux fois la pleine mer; il paſſera auſſi dans l'horizon, ce qui donnera la baſſe mer au lever & au coucher de la lune, ou plutôt au lever du ſommet du ſphéroïde, qui en diffère de 30° environ (art. 58), à cauſe du frottement des eaux: je néglige ici l'effet du ſoleil (art. 71).

81. Si l'Obſervateur quitte l'équateur E (*Fig.* 7), en avançant vers le pole P, & qu'il ſe trouve en O, la lune étant toujours dans l'équateur EQ, les marées deviendront plus petites; car le ſommet du ſphéroïde reſte toujours dans le plan de l'équateur EQ; le petit axe eſt toujours dirigé vers le pole, c'eſt-à-dire, ſuivant CP, & l'Obſervateur ſitué en O, a pour hauteur de la marée l'excès de CO ſur CP, qui eſt égal à la plus grande différence, ou à l'allongement total, multiplié par le carré du coſinus de EO, ou de la latitude du lieu (art. 66). Par exemple, à 50° de latitude on trouve pour la marée totale 0, 41, c'eſt-à-dire, 41 centiemes au lieu de l'unité, ou environ les deux cinquiemes de la marée qu'on auroit ſous l'équateur. Figure 7.

82. Les deux marées qui arrivent dans l'eſpace de $24^{h}\frac{3}{4}$ ſont toujours égales dans cette hypotheſe; puiſque la lune, étant ſuppoſée dans l'équateur, reſte ſous l'horizon autant de temps qu'au deſſus.

Si l'Obſervateur arrive juſqu'au pole il n'y aura plus de marée, puiſqu'il ſera perpétuellement ſur le petit axe du ſphéroïde.

Quoique le progrès en latitude faſſe diminuer les marées, il ne change point leurs intervalles; elles ſeront

chacune de 12 heures lunaires, ou de $12^h\ 24'$ de temps solaire, puisque la lune, étant supposée dans l'équateur, emploie 6 heures lunaires à aller du méridien à l'horizon, & de l'horizon à la partie inférieure du méridien.

83. Si l'Observateur reste sous la ligne équinoctiale en E, tandis que la lune décline vers l'un des pôles, & qu'elle soit en O, elle entraîne avec elle le sommet du sphéroïde lunaire vers le point O, la marée diminue comme le carré du cosinus de la distance EO entre la lune & le zénit de l'Observateur E, ou de la déclinaison de la lune (art. 66), soit qu'elle aille au nord ou au midi de l'équateur. Mais ce changement n'est pas considérable, car la plus grande déclinaison possible de la lune est de $28^\circ\ 43'$ quand son nœud ascendant est dans l'équinoxe du printemps : or le carré du cosinus de $28^\circ\ 43'$ est 0,77 ; ainsi la plus grande marée qui ait lieu sous l'équateur, la lune y étant elle-même située, n'est diminuée que d'un quart par la plus grande de toutes les déclinaisons. Les intervalles des deux marées consécutives sont peu différens dans ce cas-là, puisque pour un habitant de la ligne équinoctiale la lune est toujours levée à-peu-près aussi long-temps que couchée. Les hauteurs des deux marées sont les mêmes ; car quand la lune est en L sous l'horizon, le sommet opposé du sphéroïde aqueux est en H, & l'arc HE est égal à EO, sauf le changement de déclinaison de la lune en douze heures.

84. Enfin si l'observateur a une latitude, & que la lune ait une déclinaison, la hauteur de la marée, suivant notre théorie, sera affectée par ces deux causes, & les deux marées consécutives seront d'autant plus inégales, que le parallele diurne de la lune sera coupé plus inégalement par l'horizon, & que l'arc semi-diurne différera davantage de l'arc semi-nocturne, c'est-à-dire, que la lune sera plus long-temps sur l'horizon que dessous, ou réciproquement.

En effet, la basse mer doit arriver, suivant nos principes, quand la lune est dans l'horizon, soit à son lever,

ſoit à ſon coucher ; donc s'il ſe paſſe 16 ½ heures entre ſon lever & ſon coucher, & 8 ½ entre ſon coucher & ſon lever du lendemain, la premiere marée durera le double de la ſeconde. Delà vient que l'heure de la marée dans les quadratures ne doit pas être auſſi conſtante & auſſi réglée que celle des ſyzygies, parce que quand la lune eſt au méridien & à 90° du ſoleil, celui-ci ayant une déclinaiſon quelquefois beaucoup plus grande ou beaucoup plus petite, quelquefois égale à celle de la lune, n'eſt pas toujours dans l'horizon lorſque la lune eſt au méridien, comme on le ſuppoſe, quand on dit (art. 55), que l'action du ſoleil dans les quadratures eſt employée toute entiere à diminuer celle de la lune, & que l'élévation des eaux que la lune peut produire eſt diminuée de toute la quantité dont le ſoleil les abaiſſe. Au reſte, toutes ces différences entre les deux marées conſécutives ſont fort diminuées dans le fait par le mélange des deux marées, comme nous le dirons bientôt (art. 92).

Réſultat des regles précédentes.

85. D'après toutes les circonſtances précédentes, on peut indiquer les regles exactes qu'il faudroit ſuivre, ſi l'on vouloit calculer la hauteur de la marée dans un lieu quelconque, & à une heure donnée. Il faut ſavoir quelle eſt la plus grande différence de la haute mer à la baſſe mer pour le lieu donné, en excluant cependant les marées extraordinaires qui viennent par des tempêtes (art. 100). Prenons, par exemple, à Breſt 21 pieds (art. 56); je ſuppoſe que cette plus grande différence repond au périgée de la lune, à celui du ſoleil, aux ſyzygies, & au temps où le ſoleil & la lune paſſent le plus près du zénit. Je ſuppoſe auſſi que les plus petites marées y ſont de 4 pieds 8 pouces (art. 56), & que cette quantité répond à la quadrature apogée, le ſoleil étant périgée. On ôtera de la premiere 5 pieds 8 pouces, & l'on les ajoutera à la ſeconde (art. 63), c'eſt ce qui eſt néceſſaire pour que la différence & la ſomme ſoient dans le rapport des forces de la lune dans le périgée & l'apogée, déja connu par la théorie ; l'on aura l'effet de la lune dans l'apogée 10 pieds 4 pouces, & dans le pé-

rigée 15 pieds 4 pouces. L'effet du ſoleil 5 pieds 8 pouces, réduit à la moyenne diſtance, n'eſt que de 5 pieds 5 pouces (art. 65), & il eſt de 5 pieds 2 pouces dans l'apogée. Cette quantité étant diviſée par le carré du coſinus (art. 66), de la plus petite diſtance du ſoleil au zénit de Breſt, qui eſt de 25°, nous donnera l'effet total du ſoleil ; c'eſt l'allongement du ſphéroïde produit par l'action du ſoleil. J'ai pris la quantité qui répond à l'apogée du ſoleil, parce que quand le ſoleil eſt à ſa plus grande hauteur dans nos régions ſeptentrionales, il eſt auſſi à ſon plus grand éloignement ; mais en l'augmentant d'un vingtieme, l'on aura l'effet moyen du ſoleil. Diviſant par le cube de la diſtance du ſoleil à la terre pour un jour quelconque (la diſtance moyenne étant priſe pour unité), on aura le plus grand effet du ſoleil pour ce jour-là. On le multipliera par $2\frac{1}{2}$ (art. 56), ce qui donnera l'effet de la lune pour la moyenne diſtance ; ou ce qui vaut mieux encore, on cherchera directement l'effet de la lune par la méthode que nous avons ſuivie (art. 63). Celui-ci, diviſé par le cube de la parallaxe moyenne, & multiplié par celui de la parallaxe actuelle, donnera l'effet de la lune pour le jour où l'on eſt. On aura ſeulement attention de prendre ces parallaxes & ces diſtances, un jour & demi avant le jour & l'heure propoſés (art. 61). Ayant le plus grand effet du ſoleil & de la lune pour ce jour-là, on trouvera le point H intermédiaire entre le ſoleil & la lune, & la valeur de la plus grande élévation à ce point-là expliquées par les regles dans mon Aſtronomie, art. 3596, ou ci-devant art. 71. On cherchera par la trigonométrie ſphérique la diſtance de ce point H au zénit du lieu donné, à l'heure propoſée (art. 78, *Aſtron.* art. 1034), en employant le triangle formé au pole, au zénit, & au point de la haute mer, en prenant les déclinaiſons qui avoient lieu 36^h plutôt, & diminuant l'angle au pole de la quantité de l'établiſſement du Port (art. 58), évaluée en degrés. On multipliera la plus grande élévation par le carré du coſinus de cette diſtance du point M au zénit (art. 66),

Figure 5.

& l'on aura l'élévation actuelle de la mer, comptée depuis le terme des basses eaux de ce jour-là.

Pour calculer le point de la haute mer, on peut bien se contenter de l'opération du globe (*Astron.* 200) à moins qu'on n'ait des tables des hauteurs pour différentes heures & pour différentes déclinaisons, comme celle que j'ai publiée pour Paris dans la Connoissance des temps de 1762, celles de M. Thébuchet, que j'ai insérées dans les Tables du Nonagésime de M. l'Evêque, ou celles que M. Cassini a données en 1770, dans un Almanac *in*-4°. à l'occasion de son instrument universel; mais il faudroit qu'on pût les étendre à un plus grand nombre de latitudes géographiques.

Tel est le résultat de tous les calculs que l'on peut avoir à faire sur les marées; ce travail seroit long, mais il y a des cas où il est important d'avoir des regles certaines & exactes; je l'éprouvai moi-même en 1763, dans un Procès qu'avoit M. Tanks, Négociant de Norvege, contre les Officiers de l'Amirauté de Boulogne; l'Académie fut consultée, relativement aux heures des marées; & le rapport que je fus obligé de faire, fut la premiere occasion des recherches que je publie aujourd'hui. Au reste, les données de ce problême ne sont pas encore toutes assez bien constatées, par exemple, le mélange de deux marées d'un même jour (art. 92), & l'influence des vents (art. 100).

86. Il nous reste à parcourir les phénomenes particuliers qui doivent s'observer suivant les temps & les lieux, pour les rapporter à la théorie précédente, & lui donner une nouvelle confirmation. Il est aisé de voir par le mouvement du sphéroïde aqueux, autour de l'axe de la terre, quelle différence il doit y avoir entre la marée supérieure & la marée inférieure. Soit P le pole du monde (*fig.* 8), CP l'axe de la terre, CL le grand axe du sphéroïde, dirigé à peu-près vers la lune. Cette ligne CL tourne autour du point C par le mouvement diurne, & décrit la surface d'un cône, dont CP est l'axe, dont CL est le côté, & dont l'angle total LCF est le double de

Figure 8.

LCP, c'eſt-à-dire, du complément de la déclinaiſon de la lune, ou plutôt de celle du ſommet du ſphéroïde aqueux.

La marée ſupérieure a lieu quand la lune paſſe au méridien au-deſſus du point L; la marée inférieure arrive quand elle paſſe au méridien au-deſſous du point G, ou ſur la ligne CGF. Soit l'arc AL égal à la déclinaiſon de la lune, AB égal à la latitude d'un lieu B ſitué plus près du pole, BL eſt la différence entre la latitude & la déclinaiſon, en les ſuppoſant du même côté, ou vers le pole P. La hauteur de la marée ſupérieure eſt la différence entre CB & le petit axe CD, c'eſt-à-dire, la différence des axes ou la marée totale, multipliée par le carré du coſinus de l'arc LB, ou de la diſtance de la lune au zénit dans le méridien (art. 66).

87. Lorſque dans la marée inférieure la lune eſt ſur la direction CL (*fig.* 9) au-deſſous de l'horizon, la diſtance BK du lieu B au ſommet ſupérieur K du ſphéroïde, eſt la ſomme de la latitude du lieu & de la déclinaiſon de la lune, ou de BA & de AK, en ſuppoſant toujours la latitude du lieu & la déclinaiſon de la lune de même dénomination, ou vers le même pole P, par exemple, du côté du nord, comme en Europe. La marée abſolue, ou la différence des demi-axes du ſphéroïde lunaire, multipliée par le carré du coſinus de cet arc BK (art. 66), ou de la ſomme de la déclinaiſon & de la hauteur du pole, donnera la marée inférieure ou correſpondante au paſſage inférieur de la lune par le méridien ſur le point L; ainſi la différence entre la marée ſupérieure & la marée inférieure devroit être égale, ſuivant cette théorie, à la différence des axes multipliée par la différence des carrés des coſinus des deux arcs, dont l'un eſt la ſomme, & l'autre la différence de la latitude du lieu & de la déclinaiſon de la lune.

Figure 9.

Différence des deux marées conſécutives.

88. Delà il ſuit que plus on avance vers un des pôles, plus la différence de hauteur entre deux marées conſécutives d'un même jour va en augmentant, du moins relativement à la hauteur abſolue de chacune; mais la hauteur abſolue diminue de plus en plus, parce qu'elle

dépend de la distance au zénit, qui devient de plus en plus grande. De même la différence des durées de ces deux marées consécutives va toujours en croissant, parce que l'arc semi-diurne differe de plus en plus de l'arc semi-nocturne; la marée supérieure est celle qui dure le plus tant que la lune est en deçà de l'équateur, & la marée inférieure tant que la lune a une déclinaison contraire à la latitude du lieu.

89. Lorsque la latitude devient assez grande pour que la lune ne se couche point; il n'y a plus qu'une seule marée, & par conséquent la différence des deux marées est infinie; en effet la lune touchant l'horizon à son passage inférieur par le méridien au-dessous du pôle, c'est l'instant de la basse mer, comme son passage supérieur est celui de la haute mer; cette marée unique doit durer autant que la révolution diurne de la lune, c'est-à-dire, 24 heures $\frac{1}{4}$ plus ou moins.

90. Les anciens avoient déja remarqué des différences entre les deux marées d'un même jour, pour différentes déclinaisons de la lune (art. 8), & des observations plus exactes les ont mises hors de doute. Dans les nouvelles ou pleines lunes d'été, & sur-tout deux jours après, les marées du soir, qui suivent le passage du soleil au méridien à une plus grande hauteur, sont plus hautes que celles du matin pour nos régions septentrionales, & en hiver elles sont plus petites, suivant les observations (*Mém. de l'Acad.* 1713, p. 283, 1720, p. 159 & 364), & cela doit être; car dans la nouvelle lune d'été le sommet du sphéroïde aqueux est près de notre zénit, le soleil & la lune passant au méridien sur l'horizon à midi, & à une grande hauteur ou fort près de notre zénit, ce qui produit la marée à Brest vers les trois heures. Dans la pleine lune d'été le passage de la lune au méridien se faisant plus au midi, ou plus bas à minuit, le sommet du sphéroïde aqueux est plus loin de notre zénit, & la marée du matin qui suit ce passage est encore la plus petite; aussi cette regle s'observe constamment & sans aucune exception, conformément à la théorie que je viens d'établir.

En hyver c'eſt le contraire, la marée du matin eſt plus grande que celle du ſoir ; car dans ſa conjonction la lune à midi paſſe au méridien fort près de l'horizon, ce qui ne peut faire le ſoir pour nous qu'une petite marée. Dans l'oppoſition en hiver le ſoleil étant en H (*Fig.* 7), la lune paſſe ſous le méridien à midi près du nord en L. Le ſommet qui lui eſt oppoſé ſe trouve être plus loin du zénit O, ce qui fait le ſoir une plus petite marée. En hiver il arrive quelquefois dans les ſyzygies, mais rarement, que la marée du ſoir eſt un peu plus grande que celle du matin ; cela vient de ce que les marées ne ſont les plus fortes que deux jours après la ſyzygie, en ſorte que la marée du ſoir devant être par cette raiſon plus grande que celle du matin le jour de la ſyzygie, cette augmentation compenſe l'abaiſſement qui devoit avoir lieu par la regle que nous expliquons dans cet article ; alors on n'apperçoit en hiver du matin au ſoir que la différence entre les deux cauſes qui prévalent l'une ſur l'autre ; au lieu qu'en été elles concourent enſemble pour rendre les marées du ſoir plus hautes que celles du matin (*Mém.* 1720, p. 159).

Figure 7.

91. Dans les quadratures qui ſont vers l'équinoxe du printemps, les marées du ſoir ſont plus grandes que celles du matin (*Mém.* 1714, pag. 256) ; cela s'obſerve ſur-tout, deux jours après la quadrature (*Mém.* 1720, pag. 161). La lune ayant une grande déclinaiſon boréale, quand elle paſſe au méridien à 6 heures du ſoir dans le printemps, le ſommet aqueux eſt plus près de nous, ce qui doit produire une plus grande marée.

Si la lune paſſe à 6 heures du matin, comme il arrive dans la ſeconde quadrature, ſa déclinaiſon étant méridionale, ſon paſſage ſupérieur qui produit la marée du matin, doit faire le moindre effet par rapport à nous, la lune étant fort éloignée de notre zénit. La marée eſt donc encore la plus petite, comme dans l'autre quadrature ; ainſi au printemps les marées du ſoir ſont les plus grandes.

Vers l'équinoxe d'automne, les marées des quadratures ſont les plus grandes le matin (*Mém.* 1714, pag. 256), parce

parce que dans la premiere quadrature la lune eſt fort baſſe le ſoir, ce qui fait la petite marée, & que dans la ſeconde quadrature elle paſſe le matin au méridien à une grande hauteur, comme il eſt aiſé de le voir à l'inſpection d'un globe céleſte, ce qui fait une grande marée le matin. En hiver la différence eſt moins ſenſible qu'en été, & cela vient des vents qui groſſiſſent les marées, & qui font qu'elles participent davantage l'une de l'autre.

Dans les quadratures du printemps, l'excès des marées du ſoir ſur celles du matin eſt moindre qu'en automne, par la même raiſon.

Cette inégalité des marées conſécutives eſt encore plus ſenſible à Saint-Malo, ſuivant les Obſervations de M. le Fer de Beauvais, faites en 1775.

92. Cette différence des deux marées conſécutives, quoi qu'elle ſe vérifie par les obſervations, n'eſt pas, à beaucoup près, auſſi grande que la théorie l'exigeroit, & c'eſt ici la plus grande difficulté que la théorie éprouve quand on la compare avec l'obſervation. Par exemple, le 19 Juin 1712, jour de la pleine lune périgée, la marée du matin fut obſervée à Breſt de 17 pieds un pouce, & celle du ſoir 18 pieds 2 pouces, plus grande de 13 pouces ſeulement. Or, la lune avoit 24 degrés de déclinaiſon méridionale ; ainſi elle paſſoit par le méridien à 18d de hauteur & à 66 de dépreſſion ; la différence des carrés des ſinus de ces deux arcs eſt 0,73, tandis que le plus grand carré eſt 0,83 ; ainſi la différence de ces deux marées devroit être les ſept huitiemes de l'effet de la lune, qui eſt de 16 pieds à Breſt dans les grandes marées qui arrivent au périgée (art. 63). On voit que la différence qui s'obſerve entre deux marées conſécutives eſt fort petite, en comparaiſon de celle qu'il devroit y avoir ſuivant la théorie ; elle eſt ici de 13 pouces au lieu de 14 pieds ; elle eſt encore moindre par le plus grand nombre des autres obſervations.

Mais, comme dit M. Bernoulli (pag. 166), la plus grande marée augmente la plus petite, & celle-ci diminue l'autre ; de ſorte qu'elles ſont beaucoup moins iné-

gales qu'elles ne devroient l'être ſans cette raiſon : en conſéquence, M. Bernoulli prend le milieu entre les deux marées d'un même jour pour les rapprocher de la théorie. On ſent bien que le mouvement diurne eſt trop rapide pour que les marées puiſſent en ſuivre toutes les circonſtances, par un changement continuel de direction & de vîteſſe dans des oſcillations qui ſe ſuccedent de ſi près. On a cherché à déterminer par le calcul des oſcillations d'un fluide, la différence des deux marées d'un même jour (*Mém. de l'Acad.* 1776, pag. 199); mais on ne connoît pas aſſez la nature des fluides, ni la maniere d'en traiter les équations, pour qu'il ſoit néceſſaire de nous en occuper ici ; le principe de la gravitation univerſelle, pour être à l'abri de toute objection, à cet égard, n'a pas beſoin de ce grand appareil de calculs & d'hypotheſes; il eſt aſſez évident que deux oſcillations conſécutives, qui devroient être inégales, ſe contrarient & ſe mêlent néceſſairement, ce qui doit diminuer l'inégalité des marées; mais il n'y a que l'obſervation qui puiſſe en déterminer la quantité.

La marée de la nuit eſt-elle plus grande ?

93. On ne voit point dans l'explication précédente de fondement à l'opinion où ſont les Marins, qu'en général la marée de la nuit monte plus que celle du jour; peut-être cela vient-il de la denſité de l'air qui eſt plus grande la nuit, & qui fait que l'effort du vent eſt plus conſidérable. Peut-être eſt-ce un préjugé fondé ſur quelques faits particuliers obſervés dans des cas où la lune ſeule en étoit la cauſe.

Par exemple, le Capitaine Cook, dans ſon premier voyage autour du monde, obſerva le 11 Juin 1770, que la marée ſur la côte de la nouvelle Hollande à 15° de latitude, monta beaucoup plus à onze heures du ſoir qu'elle n'avoit fait pendant le jour; mais j'obſerve que la lune paſſoit au méridien preſque à ſon zénit; & dans le paſſage inférieur, le ſommet du ſphéroïde aqueux devoit paſſer à 30° du zénit; ainſi l'une des marées devoit être plus grande que l'autre.

Il eſt vrai que le Capitaine Cook ajoute qu'il fit la même remarque pendant 15 jours : à la pleine lune & à la nouvelle lune les eaux de la mer dans la riviere de la Baye

de la Trinité, montoient d'environ 9 pieds le ſoir, & le matin à peine de 7, & le reflux qui précédoit le flux du ſoir, s'abaiſſoit beaucoup plus que celui qui précédoit la marée du matin. Cette différence fut exactement la même dans chacune des trois grandes marées qu'il obſerva, & elle fut ſenſible 6 à 7 jours, c'eſt-à-dire, environ 3 jours avant & 3 jours après la nouvelle lune ou la pleine lune. (*Philoſ. Tranſ.* 1776, pag. 448. *Journal de Phyſ.* T. XIII, pag. 114. *Voyage de Cook*, T. IV, pag. 7); mais l'Auteur ajoute que le vent étoit plus fort le jour que la nuit, ce qui pouvoit avoir occaſionné cette différence, d'ailleurs, il ne ſpécifie pas les dates d'obſervations; ainſi je ne puis entreprendre de les expliquer. Il ajoute que la marée des quadratures étoit fort petite; on n'examina pas ſi la hauteur du jour différoit de celle de la nuit; mais, autant qu'il s'en ſouvient, on n'y diſtiguoit aucune différence. Ainſi, à tout prendre, je ne vois pas encore de preuve ſuffiſante de l'opinion vulgaire, que la marée de la nuit eſt plus grande que celle du jour.

Outre la différence qu'il y a entre les deux marées conſécutives d'un même jour, il y en a une entre les deux parties d'une même marée, qui conſiſte en ce que la mer met plus de temps à deſcendre qu'à monter; mais ce n'eſt point par une cauſe aſtronomique; nous en parlerons ci-après (art. 123).

Examen de la queſtion : ſi les marées des équinoxes ſont toujours les plus fortes.

94. Les marées des équinoxes paſſent pour être généralement les plus grandes; c'eſt une queſtion qu'il s'agit d'examiner, ſoit par la théorie, ſoit par l'obſervation, ainſi que je l'ai fait dans un Mémoire, où j'ai déja prouvé que les grandes marées des équinoxes n'ont lieu que dans certains cas (*Mém. de l'Acad.* 1772, partie I, pag. 297).

Marées des équinoxes, Newton a été mal compris.

M. Caſſini (*Mém.* 1713, pag. 273), dit que ſuivant Newton, l'effet du ſoleil & de la lune dépend de leur

déclinaiſon, que le ſoleil & la lune, en s'éloignant de l'équateur vers les poles, perdent peu à peu de leur effort, & cauſent des marées plus petites dans les ſyzygies des ſolſtices, que dans celles des équinoxes, mais plus grandes dans les quadratures des ſolſtices. Cette maniere d'expliquer Newton n'eſt pas conforme à la théorie de ce fameux Auteur. Il dit ſeulement (Liv. III, prop. 37, pag. 541 de l'édition de Genève), que la force de la lune pour élever les eaux de la mer ſous l'équateur, diminue dans les quadratures, parce que ſi le ſoleil n'a point de déclinaiſon, la lune vers $18^{\circ}\frac{1}{2}$ de diſtance à la quadrature (à cauſe de l'inertie expliquée art. 57), a environ $22^{\circ}\ 13'$ de déclinaiſon; ainſi ſa force réduite au plan de l'équateur, diminue comme le carré du coſinus de la déclinaiſon; mais cela eſt vrai, ſeulement pour un lieu ſitué ſous l'équateur : ainſi Newton n'a rien dit qui ne ſoit conforme aux explications précédentes.

Suivant la théorie, expoſée juſqu'ici, les pays ſitués ſous l'équateur doivent avoir la plus grande marée au temps de l'équinoxe; parce que le ſoleil & la lune, paſſant à leur zénit, ils ſont recouverts alors par le ſommet du ſphéroïde aqueux, ce qui forme la plus grande marée poſſible. Lorſque la lune s'éloigne de leur zénit, la marée diminue comme le carré du coſinus de la déclinaiſon (art. 76); ainſi les marées des équinoxes ſont les plus grandes pour les pays ſitués ſous l'équateur. Auſſi M. Richer trouva en 16 2, qu'à Cayenne à $4^{\circ}\ 56'$, latitude Nord, où il y a 6 pieds de marée, il y avoit un demi-pied de plus aux environs des équinoxes (page 67).

Mais ſi l'on conſidere un pays ſitué ſous le tropique, dans le temps que la lune a $23^{\circ}\frac{1}{2}$ de déclinaiſon, & qu'elle paſſe à ſon zénit, on trouvera que la marée y eſt plus grande que quand la lune étoit dans l'équateur, puiſque le ſommet du ſphéroïde aqueux décrira le tropique par le mouvement diurne, & inondera ſucceſſivement tous les pays qui s'y trouvent. Au contraire, quand la lune ſera dans l'équateur, le ſommet du ſphéroïde ſera éloigné de $23^{\circ}\frac{1}{2}$ du zénit de ce lieu, & la marée y ſera de 0, 841,

c'eſt-à-dire, moindre d'un cinquieme. Ainſi la marée de l'équinoxe ne ſera pas la plus grande de toutes, pour un pays ſitué vers le tropique.

95. Par la même raiſon, tous les pays ſitués dans les zones tempérées, auront une marée plus grande quand la lune ſera dans le tropique le plus voiſin, que quand elle ſera dans l'équateur, puiſque le ſommet du ſphéroïde aqueux ſera plus près de leur zénit quand ce ſommet décrira le tropique.

L'on a cherché à modifier la théorie précédente, à y faire entrer des conſidérations particulieres, comme nous le dirons bientôt, pour ſatisfaire à l'opinion générale des grandes marées des équinoxes (art. 112); on pourroit dire en effet des principes établis ci-deſſus, que tel ſeroit l'état des choſes, ſi la terre étoit entiérement recouverte par les eaux, ſans aucune interruption de continens & de terres, & ſans aucune impulſion étrangere; mais les eaux de notre Océan, reſerrées entre l'Afrique & l'Amérique, & agitées par des vents très-variables ſur les côtes d'Europe, doivent ſuivre des directions très-différentes. Voyons donc ce que l'obſervation peut nous apprendre à cet égard.

Strabon dit formellement qu'à Cadix, c'eſt dans les ſolſtices qu'arrivent les grandes marées, (voyez ci-deſſus art. 8).

Le Pere Fournier, en nous diſant (pag. 467), que les marées de Mars & de Septembre ſont les plus hautes, ajoute, « & plus de beaucoup en celles de Septembre » que de Mars; comme au contraire, le plus bas de » l'eau eſt toujours plus ſenſible aux ſolſtices d'hiver & » d'été, & plus encore en celui d'hiver que d'été, » comme autrefois le Seigneur de Candale a pris plaiſir » d'obſerver exactement en la côte de Médoc & em- » bouchure de Garonne ». Cela prouve que ce n'eſt pas la ſituation de la lune & du ſoleil dans l'équateur, qui produit les grandes marées de Septembre; car le même effet auroit lieu dans l'équinoxe de Mars.

Wallis, dans ſon traité *de Æſtu Maris* fait en 1666,

dit qu'après des obſervations de pluſieurs années, il penſe que ce n'eſt point vers les équinoxes qu'arrivent les grandes marées, mais au commencement de Février & de Novembre, du moins ſur les côtes d'Angleterre.

M. Toaldo dit formellement que les plus grandes marées à Veniſe ne ſont point celles des équinoxes, mais celles du ſolſtice d'hiver; peut-être parce que le golfe adriatique eſt plus fourni d'eau en hiver (*Philoſ. Tranſ.* 1777, page 151).

96. Les premieres obſervations qu'examina M. Caſſini, lui donnerent ce réſultat : « On ſuppoſe ordinairement, » dit-il, que les plus grandes marées arrivent dans les » nouvelles & dans les pleines lunes qui ſont près des » équinoxes; cependant par la comparaiſon des obſerva- » tions faites à Dunkerque, on voit que les plus grandes » marées ſont arrivées le 30 Novembre 1701, le 27 & » le 28 Février 1702 (*Mém.* 1710, pag. 325).

» A l'égard des marées qui ſont près des équinoxes, » tant dans les nouvelles que dans les pleines lunes, il » s'en trouve quelques-unes qui ſont hautes, & d'autres » qui ſont baſſes; de ſorte qu'on ne peut pas prendre » pour regle générale que les grandes marées arrivent » au Havre de Grace, dans les marées qui ſont près des » équinoxes (*Mém.* 1710, pag. 369) ».

Cependant dans les Mémoires de 1714, il donne beaucoup à la déclinaiſon du ſoleil & à celle de la lune. Plus la déclinaiſon de la lune eſt grande, dit-il, moins les marées ſont élevées. Nous trouvons à Breſt que cette action eſt environ la moitié de celle qui eſt cauſée par les diverſes diſtances de la lune à la terre. La déclinaiſon du ſoleil fait le même effet que celle de la lune, quoiqu'avec moins de force; nous jugeons qu'elle eſt à peu-près la moitié de celle de la lune (*Mém.* 1714, page 258).

Dans les Mémoires de 1720 il ne va pas auſſi loin, il dit ſeulement que les marées des équinoxes paroiſſent en général plus grandes que celles d'été, & qu'elles ſont plus grandes auſſi quand la lune eſt dans l'équateur, que

quand elle a une déclinaiſon (*Mém. de* 1720, page 161 & 360).

Il dit en même-temps que les marées du ſolſtice d'hiver ſont plus grandes que celles du ſolſtice d'été (*Mém.* 1720, pag. 361), ce qui contrediroit le ſyſtême des déclinaiſons; mais peut-être cela vient-il des diſtances du ſoleil (art. 63), & en partie de l'abondance des pluies, de la fonte des neiges, & de la force des vents d'Oueſt, qui ſur nos côtes doivent refouler les eaux, & qui ſont ordinairement plus rares en été que dans les équinoxes ou dans l'hiver. Nous diſcuterons plus bas les obſervations de Breſt rapportées par M. Caſſini (art. 101).

97. M. de Fourcroy, Officier général dans le Corps Royal du Génie, & l'un des Correſpondans les plus utiles de l'Académie des Sciences, étant Ingénieur en chef à Calais, s'occupa ſpécialement des marées dans le Port de Calais & dans les environs (*a*).

En 1769 je lui demandai de donner un ſoin particulier à ces obſervations vers l'équinoxe de Mars; j'en ai rapporté les réſultats dans les Mémoires de 1772, p. 306; on y voit que la hauteur n'alla pas même aux termes des marées moyennes des ſyzygies, quoique la lune fut périgée; mais le vent n'étoit pas favorable à la marée, ce qui lui a perſuadé, comme à moi, que les grandes marées lorſqu'elles arrivent aux environs de l'équinoxe n'ont pas une autre cauſe que les vents. Voici ce qu'il m'écrivoit le 17 Mai 1770. « Les hauteurs de la marée » confirment journellement votre ſentiment contre le » préjugé des équinoxes; elles me paroiſſent démontrer » que dans tous les mois également, c'eſt la concurrence » ſeule du périgée de la lune, avec la ſyzygie qui donne » les plus hautes marées, ſur-tout quand les vents con- » courent encore à refouler les eaux vers le lieu des » obſervations. Toutes les marées extraordinaires de cette » côte ſont accompagnées du vent de N. de N. O. ou » N. N. O; ces vents doivent refouler ſur Oſtende les

(*a*) Son Mémoire ſur les marées de la côte de Flandre eſt dans le T. VIII des *Savans étrangers*, 1780.

» eaux que cette large mer reçoit du flot par l'eſpace » de 150 lieues, entre l'Ecoſſe & l'Irlande, tandis que » la Manche & le pas de Calais en ſont abrités par l'An- » gleterre ; il n'eſt donc pas étonnant que les grandes » marées ſoient moins ſenſibles ſur la côte de France à » meſure qu'on s'éloigne d'Oſtende ſous le vent, vers » le S. O. »

C'eſt à l'endroit marqué $15\frac{1}{2}$ pieds, qu'eſt le point de la hauteur moyenne de l'eau dans les ſyzygies, ſur l'échelle de l'écluſe de Calais (art. 176), par un milieu entre un grand nombre d'obſervations ; c'eſt à $17\frac{1}{2}$ que monte la pleine mer, la plus haute des ſyzygies dans le périgée de la lune ; mais on la vit monter juſqu'à 18 pieds 8 pouces le 2 Janvier 1767 ; c'eſt la plus haute marée dont on ſe ſouvienne à la côte de Flandre. Le vent étoit N. N. O, c'étoit deux jours après la nouvelle lune périgée ; & la parallaxe de la lune étoit d'environ 61′. On voit que cette grande marée n'eſt point arrivée au temps des équinoxes ; mais au contraire, peu après la ſolſtice : il en eſt de même de pluſieurs marées extraordinaires ; & en examinant le regiſtre de ces obſervations je trouve des hauteurs de 16 pieds à Calais vers le ſolſtice d'été, auſſi bien que dans les équinoxes toutes les fois que le vent eſt au Nord ou au N. O.

Marées extraordinaires.

98. A Dunkerque, ſur l'échelle de l'écluſe de Bergues, dont M. de Fourcroy a raſſemblé les obſervations, le point où monte la pleine mer moyenne des ſyzygies, eſt marqué 17 pieds 6 pouces ; la plus grande hauteur 20 pieds 4 pouces, la plus petite 15 pieds 9 pouces. Dans les quadratures, la plus grande hauteur des mortes eaux 15 pieds 9 pouces, la plus baſſe 13 pieds 1 pouce, la moyenne 14 pieds 5 pouces. Or, la marée du 31 Décembre 1720 y monta juſqu'à 22 pieds 3 pouces, celle de Décembre 1763 à 22 pieds, & celle du 2 Janvier 1767, à 22 pieds 6 pouces (*Mém.* 1772, pag. 305). De ces trois marées (les plus fortes dont on ait conſervé le ſouvenir), aucune n'approche des équinoxes, mais toutes ſont voiſines du périgée de la lune, dont j'ai fait remarquer l'influence

fluence constante pour les grandes marées ; & probablement la hauteur y fut augmentée par le vent.

Dans le Mémoire de Dom Mann, sur l'ancien état de la Flandre maritime, il rapporte 5 exemples de marées extraordinaires, où l'eau a surpassé de 2, 4, ou 5 pieds le niveau des grandes marées ordinaires de vives eaux ; elles sont des 31 Décembre 1720, 27 Février 1736, 11 Mars 1750, 2 Décembre 1763 & 2 Janvier 1767 ; il n'y en a qu'une qui approche de l'équinoxe, & il ajoute à ce sujet : « une expérience constante a fait » connoître que toutes les hautes marées extraordinaires, » sans exception sur cette côte, sont accompagnées, ou » plutôt causées par de grands vents qui viennent du Sud-» Oueſt jusqu'au Nord.... Ces marées s'élevent plus haut » au-dessus du niveau des plus hautes marées ordinaires » de vives eaux, à Ostende & à Nieuport, que vers Dun-» kerque & Calais, parce que ces bourasques doivent » refouler sur les parages d'Ostende les eaux de la mer » du Nord, pendant que la Manche & le Pas de Calais » en sont à l'abri, étant couverts par la grande Bretagne. Il » n'est donc pas surprenant que ces inondations soient » de moins en moins sensibles à mesure que l'on s'éloi-» gne d'Ostende. Il arrive même que dans celles qui » viennent des vents du Sud-Oueſt, on a vers Calais des » marées moindres qu'à l'ordinaire, à cause que ces vents » chassent les eaux du détroit de Calais vers le N. E, & » c'est ce qu'on a toujours observé. On ne voit presque » jamais d'inondation sur les côtes de France & d'Angle-» terre qui bordent la Manche, non plus que sur les » côtes à l'Est de l'Angleterre, pendant que celles de » Zélande en ont souffert des désastres continuels, depuis » les temps les plus reculés jusqu'à présent » (*Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, T. I, 1777, pag. 114-148).

100. On trouve à la vérité, vers l'équinoxe, des vents & des marées extraordinaires ; tel est le fameux coup de vent de la saint François, arrivé le 4 Octobre 1765 (*Journ. de Marine*, p. 16), & la marée du 4 Octobre 1724 ; celle-ci monta jusqu'à Londres avec tant de violence,

que l'eau paſſa par-deſſus le rivage près de Chelſea, emporta la digue faite pour le nouveau canal qui devoit porter l'eau à Hannover Square, & détruiſit toutes les machines : on eſtimoit le dommage à 2000 liv. ſterling, ou 460000 tournois. Il y en a pluſieurs autres, citées par Childrey dans les *Tranſactions Philoſoph.* (*Abr.* T. II, pag. 281), 1 Octobre 1250, 13 Janvier 1552, 30 Septembre 1555, 10 Mars & 1 Novembre 1570, 6 Septembre 1592, vieux ſtyle, 8 Décembre 1600, 26 Octobre 1601, nouveau ſtyle, 23 Février 1602, 1 Mars 1604, 20 Janvier 1607, 5 Novembre 1630, inondation fameuſe en Zélande ; 23 Janvier 1643, 23 Février 1651, 2 Août 1657, 22 Août 1658, 24 Mai 1663, 19 Septembre 1669 ; & il obſerve que le périgée de la lune & la force des vents en ſont la principale cauſe.

Parmi ces marées extraordinaires, il y en a pluſieurs qui ſont fort éloignées de l'équinoxe ; & à des époques poſtérieures on en trouve encore pluſieurs autres ; par exemple, celle du 27 Février 1735, qui ſe fit ſentir à Londres & à Oſtende.

Le 1 Novembre 1755, jour du tremblement de terre de Lisbonne, il y eut juſqu'à Saint-Malo un reflux extraordinaire de la mer ; mais il ne faut point faire entrer un pareil événement dans l'obſervation des marées.

Le 27 Novembre 1772, la marée fut ſi forte à Portſmouth, qu'on n'avoit jamais vu la mer ſi haute ; une partie des fortifications de Blockhorſe fut entraînée par l'impétuoſité des vagues (*Gazette de France*, pag. 462).

Le 23 & le 25 Février 1773, on eut à Granville en Normandie, une des plus grandes marées dont on ait mémoire ſur cette côte. Le vent de Sud-Oueſt étoit ſi violent, que la mer renverſa des ouvrages conſidérables qu'on avoit entrepris dans ce Port. On parle encore en Languedoc d'une tempête de la ſainte Luce, 13 Décembre, la plus terrible dont on ſe ſouvienne ; de même que de celle qui arriva ſur la fin de l'hiver 1671. Le 31 Décembre 1778, il y en eut une ſur les côtes de Normandie, qui fut très-violente ; toutes ces marées extraordinaires ſont fort loin des équinoxes.

101. Si l'on diſcute les obſervations même rapportées par M. Caſſini, pour établir l'effet des équinoxes & des déclinaiſons ſur l'augmentation des marées, on trouvera qu'il n'eſt pas auſſi ſenſible que les autres loix établies ci-deſſus pour les ſyzygies & les apſides. Le 26 Février 1712, il y eut à Breſt 22 pieds 5 pouces de marée, & il n'y en a guere de plus grande dans les équinoxes, ſi l'on en excepte celle de 23 pieds $3\frac{1}{2}$ pouces du 17 Mars 1714.

Les anciennes obſervations de Breſt ne prouvent pas l'influence des équinoxes.

Le 30 Décembre 1712, il y avoit à Breſt 20 pieds 10 pouces de marée, à peu-près comme le 14 Septembre précédent, enſorte que le ſolſtice & l'équinoxe donnoient la même hauteur, quoique dans le ſolſtice la lune fut preſque auſſi éloignée de la terre. Ces grandes marées de l'équinoxe ont lieu dans le périgée; mais quand la lune eſt dans ſes moyennes diſtances, ou qu'elle approche de l'apogée, on trouve la marée beaucoup moindre; ainſi le 12 Avril 1713, il y eut 17 pieds 3 pouces, & le 25 Avril 17 pieds 4 pouces (*Mém.* 1714, p. 254).

Le 23 Septembre 1714, jour de la pleine lune périgée, la déclinaiſon ſeptentrionale étant de 4° 15′ ſeulement, la mer à Breſt monta de 18 pieds 1 pouce, & le ſoir de 19 pieds 2 pouces au-deſſus du point fixe, & deſcendit de 1 pied 9 pouces au-deſſous, ce qui faiſoit 20 pieds 11 pouces de marée.

On verra auſſi dans les obſervations rapportées ci-après, que le 6 Avril 1715, deux jours après le périgée il y eut 21 pieds 9 pouces de marée; & le 13 Octobre 22 pieds 3 pouces.

On voit ici que le périgée, la ſyzygie, l'équinoxe & la petite déclinaiſon de la lune, ne ſuffiſent pas pour produire 23 pieds de marée; il y a donc eu de l'erreur, ou une cauſe extraordinaire pour le 17 Mars 1714; nous y reviendrons bientôt (art. 107).

Le 21 Mai 1716, jour de la nouvelle lune, à même diſtance que le 23 Septembre 1714, la mer monta le ſoir à 18 pieds 5 pouces, & le matin à 18 pieds un pouce, la déclinaiſon de la lune étoit de 17° 45′ *Bor.*

Ainſi dans l'équinoxe de 1714, la mer étoit plus haute de 4 pouces que le 21 Mai ; ce ſont ces 4 pouces que M. Caſſini attribue à la déclinaiſon de la lune de 18° (*Mém. Acad.* 1720, p. 163) : il ne dit pas à quel endroit la mer étoit deſcendue le 21 Mai, & c'eſt par-là qu'on juge de la marée totale. J'ai trouvé dans les manuſcrits, que ce jour-là on n'avoit pas obſervé la baſſe mer ; mais le lendemain 22, la mer monta de 18 pieds 6 pouces & 18 pieds 10 pouces, & deſcendit dans l'intervalle, au-deſſous du point fixe, de 2 pieds, ce qui fait 20 pieds 10 pouces de marée ; elle ne differe que d'un pouce celle du 23 Septembre 1714.

Le 8 Septembre 1714, jour de la nouvelle lune apogée, la déclinaiſon de la lune étant de 2° 2′ boréale, la hauteur de la mer fut obſervée le matin de 15 pieds 11 pouces, & le ſoir de 16 pieds 5 pouces ; la baſſe mer fut de 8 pouces au-deſſus de zéro. Le 5 Juin 1716, jour de la pleine lune apogée, la déclinaiſon méridionale de la lune étant de 19°, la hauteur fut le matin de 15 pieds 2 pouces, & le ſoir de 15 pieds 11 pouces, & la hauteur de la baſſe mer fut de 10 pouces ſuivant les manuſcrits. La hauteur du 5 Juin fut donc préciſément comme celle du 8 Septembre au matin ; & ſi l'on prend un milieu entre les deux élévations conſécutives, on trouve 8 pouces de moins le 5 Juin ; ainſi voilà deux comparaiſons de hauteurs où l'on voit peu de différence de l'été à l'automne, malgré la déclinaiſon du ſoleil & de la lune, & la ſaiſon des vents ; mais dans les hauteurs que je viens de rapporter, M. Caſſini n'avoit point dit juſqu'où la mer étoit deſcendue, & la différence entre l'apogée & le périgée n'eſt que de 2 pieds & demi, ce qui prouvoit que ces obſervations du terme ſupérieur des marées n'étoient pas ſuffiſantes pour établir une théorie. J'y ai ſuppléé, en rapportant les hauteurs de la baſſe mer, & cela n'a rien ajouté en faveur du ſyſtême que je diſcute. Depuis que j'ai recouvré les obſervations qui avoient été faites au commencement du ſiecle, j'ai vu ſe multiplier les cas favorables à mon

ſyſtême auſſi bien que les exceptions : par exemple, en jettant les yeux ſur les marées de 1714, obſervées à Breſt, je vois d'abord de très-grandes marées dans les équinoxes. Celles du 14 Février & du 28 Juillet, qui ſont à peu-près égales, & vers le périgée, ne ſont que d'environ 20 pieds; tandis qu'il y en a une de 22 pieds 2 pouces le 24 Septembre. De même celles du 15 Avril & du 24 Octobre ſont beaucoup plus grandes que celle du 28 Juin, à quatre jours du périgée. Mais d'un autre côté, la marée du 26 Août eſt plus grande que celle du 15 Mars, quoique celle-ci tombe également fort près du périgée; & celles du 31 Mars & du 9 Octobre ne different que de 2 ou 3 pouces de celle du 12 Juillet, quoiqu'à la même diſtance de l'apogée.

Ainſi l'on trouve dans cette même année des obſervations favorables au ſyſtême des grandes marées équinoxiales & des obſervations contraires.

Les obſervations faites en 1715, & qu'on trouvera ci-après, ſont favorables à l'opinion des grandes marées équinoxiales. Le 6 Janvier 1715, le lendemain de la pleine lune, & cinq jours avant le périgée, la marée fut à Breſt de 17 pieds 5 pouces, en prenant un milieu entre la pleine mer du matin & celle du ſoir, comme on le verra dans les obſervations rapportées plus bas. Le 21 Mars, lendemain de la nouvelle lune, & le jour même de l'apogée, la marée fut de 17 pieds 2 pouces.

Le 6 Avril, lendemain de la pleine lune, deux jours après le périgée, il y eut 21 pieds 9 pouces. Les différences entre ces deux marées ſont à peu-près celles qui doivent avoir lieu par l'effet des diſtances de la lune (art. 63); mais la premiere eſt ſenſiblement plus petite, & elle eſt proche du ſolſtice.

Le 2 Juillet, lendemain de la nouvelle lune, 7 jours avant l'apogée, il y eut 17 pieds de marée. Le 28 Septembre, lendemain de la nouvelle lune, deux jours avant l'apogée, il y eut 17 pieds 1 pouce; c'eſt auſſi beaucoup plus qu'il ne devroit y avoir, relativement à l'obſervation précédente.

Le 13 Octobre, lendemain de la pleine lune périgée, il y eut 22 pieds 3 pouces, ce qui s'accorde avec celle du 28 Septembre; le 11 Décembre, lendemain de la pleine lune, trois jours après le périgée, il y eut 19 pieds 5 pouces.

Le 26 Décembre, lendemain de la nouvelle lune, quatre jours après l'apogée, il n'y eut que 15 pieds 7 pouces. Ces deux marées solstitiales qui s'accordent entr'elles, à raison des distances de la lune, sont plus petites d'environ deux pieds qu'elles ne devroient l'être, à proportion des deux marées équinoxiales précédentes; ensorte que cette différence est favorable au système des grandes marées équinoxiales. J'observe pourtant que le 4 Mai & le 12 Novembre, assez loin de l'équinoxe, il y eut 21 pieds de marée, à peu-près comme en Mars & en Septembre aux environs du périgée; secondement, qu'il y a près d'un pied de différence entre l'équinoxe du printemps & celui d'automne à pareilles distances de la lune; troisiemement, que la hauteur de la pleine mer le 11 Décembre, ne differe que de 3 pouces de celle du 14 Septembre, l'une & l'autre à deux ou trois jours du périgée, en comparant une marée du matin avec une du soir; ensorte que, même dans cette année 1715, il y auroit de quoi faire douter du système général, & de quoi se prêter à l'explication qui se tire de l'influence des vents de l'équinoxe.

En examinant de même les observations faites à l'Orient, je vois d'abord que dans toute l'année 1718, la plus grande marée est celle du 29 Juillet. La marée du 9 Septembre dans l'apogée, est précisément égale à celle du 1 Février. La marée du 28 Juillet est plus grande que celle du 17 Mars, qui n'étoit que de deux jours plus éloignée du périgée. Celles des 8 & 22 Décembre sont égales à celle du 2 Avril, à même distance de l'apogée. Il est vrai que celle du 25 Septembre périgée, surpasse de beaucoup celles des solstices; mais il me paroît que c'est une de ces marées rares & extraordinaires à l'Orient, où la mer monte rarement de 16 pieds. Aussi

la marée ſuivante du 10 Octobre, ne ſurpaſſa que de 6 pouces celle du 14 Juin, qui étoit cependant à la même diſtance de l'apogée.

Si je ne pouſſe pas plus loin cet examen des obſervations anciennes, c'eſt parce qu'elles ne contiennent point l'indication des vents, & que je ne puis parconſéquent y diſtinguer la regle d'avec les exceptions; je reviendrai quelque jour là-deſſus, ſi je puis parvenir à trouver des obſervations faites ſur les vents, entre 1711 & 1718.

102. Je dirai cependant quelque choſe des obſervations faites à Breſt en 1773, 1774 & 1775, par les ſoins de M. Blondeau, Profeſſeur de Mathématiques, & Auteur du Journal de Marine. Ces nouvelles obſervations ne m'ont rien fourni de contraire à mes réflexions précédentes. Il eſt vrai qu'on n'a obſervé que le terme de l'élévation ſupérieure de la marée; mais puiſque c'eſt-là tout ce que les Marins apperçoivent, quand ils jugent que les marées ſont grandes, ces obſervations peuvent ſervir à vérifier, ſi leur opinion eſt conforme aux obſervations, quand elles ſont circonſtanciées, & diſcutées mieux que par un ſimple apperçu. Nouvelles obſervations de Breſt.

Dans ces obſervations nouvelles, on voit que la hauteur moyenne des marées dans les ſyzygies eſt de 17 pieds 9 pouces (art. 156), comme par les anciennes obſervations. Les hauteurs varient depuis 15 pieds 7 pouces juſqu'à 19 pieds 10 pouces; tandis que M. Caſſini établiſſoit pour les limites $15\frac{1}{2}$ & 20 pieds, ce qui me fait croire que la nouvelle échelle eſt au même niveau que celle dont on ſe ſervit depuis 1711 juſqu'à 1716.

Le 24 & le 25 Juillet 1774, le 22 & le 23 Août, après les pleines lunes périgées, la mer parvint à 18 pieds 8 pouces, comme le 29 & le 30 Mars précédens, qui ſe trouvoient entre la pleine lune du 27 & le périgée du 31, & preſque comme le 17 & le 18 Septembre 1773, entre la nouvelle lune du 16 & le pé-

rigée du 19, qu'elle étoit parvenue à 18 pieds 10 pouces, & 19 pieds.

Il eſt vrai que le 30 Septembre 1773, jour de la pleine lune, qui ne précédoit l'apogée que de quatre jours, la mer parvint à 17 pieds 8 pouces, ce qui eſt beaucoup pour une marée aſſez éloignée du périgée, mais le vent étoit S. O. très-fort; & le 2 Octobre le vent étant diminué, elle n'alla qu'à 16 pieds 9 pouces, quoiqu'ordinairement le ſecond jour après la pleine lune la marée ſoit au moins auſſi forte que le jour même de la ſyzygie.

La pleine lune de Janvier 1775, quoiqu'exactement dans l'apogée, alla juſqu'à 16 pieds; la différence de 9 pouces eſt à peine celle qu'exige la différente diſtance à l'apogée.

Le 22 Septembre 1774, deux jours après la pleine lune, dans la moyenne diſtance, la mer monta juſqu'à 19 pieds; mais le vent étoit Sud-Oueſt fort; auſſi après la nouvelle lune ſuivante, le 6 & le 7 Octobre, le vent étant foible, elle ne paſſa pas 17 pieds 9 pouces, quoiqu'à quatre jours ſeulement du périgée, qui eut lieu le 10. C'étoit un périgée foible où la parallaxe ne paſſoit pas 59′ 33″; mais cependant la mer auroit dû monter plus que le 22 Septembre ſi le vent eut été auſſi fort.

Le 1 & le 2 Février 1775, après la nouvelle lune périgée, la mer fut à 19 pieds 10 pouces & 19 pieds 4 pouces, tandis qu'elle ne fut enſuite qu'à 18 pieds 8 pouces à la fin de Mars 1775, entre la pleine lune & le périgée, & à 18 pieds 3 pouces le 2 Avril 1775, après la pleine lune dans les moyennes diſtances; ces différences ſont à peine celles que produiſent toujours les diſtances de la lune, qui doivent faire plus d'un pied de l'apſide à la moyenne diſtance.

Le 17 Mai 1775, après la pleine lune, & un peu avant le périgée, la mer monta encore à 17 pieds 6 pouces, mais le vent étoit foible & venoit du nord; c'eſt-à-dire, qu'il étoit contraire à l'élévation de la marée.

Elle

Elle avoit été à 17 pieds 8 pouces le 3 Septembre 1773, quatre jours avant l'apogée ; mais dans cette marée, le vent étoit le plus favorable à l'élévation des eaux.

Peut-être que ſur tout ce que je viens d'en dire, on m'objectera qu'j'affecte de choiſir les petites marées des équinoxes & les grandes marées des ſolſtices, tandis que je rejette toutes les autres. Je répondrai 1°. que ne pouvant les expliquer toutes, il faut néceſſairement choiſir ; 2°. que toutes les fois qu'il y a de la diverſité dans les phénomenes, il eſt naturel de regarder comme exception, ce qui peut tenir à une cauſe variable telle que les vents, & conſidérer comme la regle ce qui eſt conforme au calcul d'une cauſe conſtante, telle que la lune.

Mais je ne crois pas que les exceptions ſoient auſſi fréquentes que les cas où s'obſerve la regle ; car ſur 16 hauteurs de la pleine mer qui ont paſſé 19 pieds, en quatre années des anciennes obſervations à Breſt, il y en a dix qui ne ſont point voiſines des équinoxes, c'eſt-à-dire, qui ne ſont point dans les mois de Mars & Avril, Septembre & Octobre : ainſi les grandes hauteurs ne ſont pas affectées aux équinoxes ; mais il y a huit mois d'un côté, & il n'y en a que quatre de l'autre, cela prouve que les exceptions arrivent plutôt aux environs des équinoxes, & l'on ne peut pas en douter, puiſqu'on ſait que c'eſt le temps des grands vents.

103. Si les marées des équinoxes ſont les plus grandes, le paſſage de la lune dans l'équateur doit y influer ainſi que celui du ſoleil. M. Caſſini avoit jugé que la déclinaiſon du ſoleil pouvoit faire à peu-près la moitié de l'effet de celle de la lune (*Mém.* 1714, pag. 258), ce qui revenoit au quart de celui des différentes diſtances de la lune à la terre ; cela ne s'accorderoit pas avec la théorie, & l'on ne peut guere l'établir par les obſervations, cet effet du ſoleil devenant trop petit pour qu'on puiſſe le démêler parmi les circonſtances locales qui influent ſur les marées.

Mais ſi le paſſage du ſoleil & de la lune dans l'équateur produiſoit une grande augmentation dans les ma-

rées, le passage de la lune seule en produiroit un très-sensible, & les marées des quadratures dans le temps des solstices seroient aussi plus grandes que dans les temps des équinoxes : or, cela ne s'observe point comme nous allons le prouver ; au lieu qu'on y voit l'effet du périgée de la lune, au point qu'il y a des quadratures où la mer monte autant que dans les syzygies, du moins, suivant M. Cassini (*Mém.* 1720, p. 162). Par exemple, dit-il, le 31 Janvier 1716, jour du dernier quartier, la hauteur de la pleine mer fut de 16 pieds 2 pouces & de 15 pieds 7 pouces, tandis que le 24 Janvier précédent, jour de la nouvelle lune, elle avoit été de 16 pieds 1 pouce & 15 pieds 7 pouces. Si M. Cassini eut pris la plus grande hauteur qui arrive un ou deux jours après la nouvelle lune, & la plus petite qui arrive deux jours après la quadrature, il auroit trouvé celle-ci un peu moindre, comme il paroît par l'échelle des marées (*Fig.* 11), où je l'ai marquée par les observations modernes, de 22 pouces au-dessous de la plus petite hauteur des syzygies.

Pour faire voir que les marées des quadratures dans les solstices, où la lune est dans l'équateur, ne surpassent pas celles des quadratures du printemps & de l'automne, où la lune a une grande déclinaison, j'ai comparé les hauteurs supérieures des marées à Brest, observées en 1773, 1774 & 1775, que j'ai reçues de M. Blondeau. La hauteur moyenne des marées en quadrature y est de 12 pieds 5 pouces ; les extrêmes sont 10 pieds 8 pouces, & 13 pieds 9 pouces ; mais en retranchant les cas extraordinaires & rares, ces hauteurs paroissent comprises entre 11 pieds 2 pouces, & 13 pieds 6 pouces ; ensorte qu'il y a $2\frac{1}{3}$ pieds pour la plus grande différence entre l'apogée & le périgée. Voyons maintenant s'il y a une différence sensible entre les passages de la lune dans l'équateur & les luniſtices, c'est-à-dire, les temps où la lune a sa plus grande déclinaison australe ou boréale.

Le 26 Septembre 1773, après le premier quartier, la lune ayant une déclinaison de 13 degrés, & étant à

ſept jours de ſon périgée, la hauteur de la pleine mer fut de 12 pieds 6 pouces.

Le 8 Décembre, la lune étant dans l'équateur, il y eut 12 pieds 10 pouces, & la lune n'étoit qu'à cinq jours du périgée; les 4 pouces qu'il y a de plus ſont à peine l'effet de la proximité de la lune; car la parallaxe qui varie d'une minute & demie en deux jours, change d'environ un pied l'effet total de la lune, & cet effet eſt pour la majeure partie ſur la hauteur ſupérieure (art. 119).

Le 5 Janvier 1774, la lune dans l'équateur en quartier, à cinq jours du périgée, hauteur 13 pieds o pouce.

Le 7 Mars, 13 pieds 6 pouces; la lune étoit à 18° de déclinaiſon & à deux jours du périgée; mais ayant égard à la diſtance, on trouvera encore une marée plus grande que quand la lune étoit dans l'équateur.

Le 5 Avril, la lune ayant 15° de déclinaiſon à cinq jours du périgée, 13 pieds 6 pouces; cette hauteur eſt encore plus grande que quand la lune avoit peu de déclinaiſon.

Le 26 Mars & le 8 Juin 1775, il y eut 12 pieds 6 pouces.

Le 8 Avril 1775, la lune étant apogée, & fort loin de l'équateur, il y eut 10 pieds 8 pouces de hauteur. Le 8 Mai il y eut 11 pieds 1 pouce; la lune étoit beaucoup plus près de l'équateur, mais elle étoit à deux jours de ſon apogée, ce qui devoit produire quelques pouces de plus; donc on n'y apperçoit aucun effet de la déclinaiſon.

Ainſi l'effet des déclinaiſons de la lune, qui devroit ſe manifeſter clairement dans les quadratures n'y eſt pas ſenſible, ce qui me paroît prouver que les grandes marées ne ſont point produites par les paſſages du ſoleil & de la lune dans l'équateur. Cependant, comme on ne trouve pas dans ces obſervations le point de la baſſe mer, je n'ai pu en faire un uſage ſuffiſant.

104. Mais comme M. Caſſini inſiſte dans pluſieurs endroits ſur l'influence des déclinaiſons de la lune, je

vais rapporter encore la ſuite de ſes preuves ; en rapprochant le calcul des diſtances de celui des déclinaiſons de la lune. Le 24 Mars 1712, il y eut à Breſt 20 pieds 7 pouces de marée, en comptant depuis la baſſe mer juſqu'à la haute mer ; la lune étoit éloignée de 977 parties, dont 1000 font la diſtance moyenne ; ainſi elle étoit plus près de ſon périgée que de ſon apogée. Le 21 Juin 1712, elle étoit encore plus près de ſon périgée, & il y eut 1 pied 5 pouces de moins ; ſavoir, 10 pouces de dépreſſion pour la baſſe mer, & 18 pieds 4 pouces de hauteur pour la pleine mer, ce qui fait 19 pieds 2 pouces de marée totale, au lieu de 20 pieds 7 pouces. M. Caſſini en conclud qu'il y avoit le 24 Mars 1712, quelqu'autre cauſe qui contribuoit à l'élévation de la marée : cela donne lieu, dit-il, de conjecturer, que toutes choſes égales, les marées ſont plus grandes dans les équinoxes que dans les ſolſtices (*Mém.* 1713, pag. 19). Mais ce n'eſt-là qu'un cas particulier : l'air étant beaucoup plus calme au mois de Juin qu'au mois de Mars, il me ſemble qu'on ne ſauroit tirer une conſéquence auſſi générale de la petite différence que je viens de rapporter. D'ailleurs, ſi le plus grand effet des déclinaiſons & des équinoxes réunis enſemble, n'a fait que 17 pouces, il y auroit au moins beaucoup à rabattre de ce qu'on leur a voulu attribuer.

Les obſervations que M. Caſſini rapporte enſuite ne prouvent que l'effet des diſtances. Le 7 Avril 1712, il y eut 17 pieds 7 pouces de marée totale, la lune étant à 1032 ; le 30 Juin 1711, 18 pieds 1 pouce, la lune étant à 960 ; le 14 Septembre 20 pieds 11 pouces ; la nouvelle lune étoit le 12, & à 969 de diſtance. La marée du 30 Juin ſe trouve plus forte que celle du 7 Avril, & cela eſt une ſuite de la diſtance ; auſſi M. Caſſini ajoute : « Il paroît par ces obſervations que les » différentes hauteurs qu'on obſerve dans les marées dépendent de deux cauſes, dont la principale, & qui » juſqu'à préſent ſe trouve la plus confirmée par nos obſervations, eſt la diverſe diſtance de la lune à la terre ; » la ſeconde eſt ſa proximité, ou ſon éloignement de l'é-

» quinoxial ; & que la combinaiſon de ces deux cauſes » produit les principaux phénomenes qu'on obſerve dans » la hauteur des marées » ; mais dans les obſervations que je viens de citer, on ne voit guere ce que l'on peut attribuer à la proximité de la lune à l'équateur, puiſque les marées des équinoxes ſont les plus petites.

M. Caſſini ayant comparé les petites marées des quadratures le 15 & le 28 Juin 1712, avec celles du 16 & du 31 Mars, il en conclud que la hauteur moyenne des petites marées dans les équinoxes, eſt de 7 à 8 pouces moindre que dans les ſolſtices ; cela s'accorde avec la théorie précédente : il attribue cet effet aux déclinaiſons de la lune, & il en conclud que les diverſes hauteurs que l'on obſerve dans les marées des équinoxes & des ſolſtices, ne doivent point ſe régler préciſément ſur les temps des équinoxes & des ſolſtices, mais ſur la plus grande ou la plus petite déclinaiſon de la lune (*Mém.* 1713, pag. 22). Je remarquerai ſeulement, que ſi la déclinaiſon du ſoleil ne diminue pas les marées comme il en convient ici, les déclinaiſons de la lune ne doivent pas les diminuer ; & que ſi les déclinaiſons de la lune y influent peu, comme nous allons le voir, celles du ſoleil doivent y influer encore moins, puiſque ſa force eſt plus petite.

105. Au reſte, M. Caſſini lui-même attribue peu à l'influence des équinoxes (*Mém.* 1720, pag. 162), en conſidérant que dans le ſolſtice d'été 1714, la nouvelle lune donna une marée plus grande que celles des deux nouvelles lunes de l'équinoxe d'automne. Or, j'obſerve que dans la nouvelle lune du ſolſtice il y avoit une fort grande déclinaiſon, tandis qu'elle étoit nulle dans celle de l'équinoxe ; ainſi l'effet des diſtances de la lune à la terre, ſurpaſſe & fait diſparoître celui des équinoxes & des déclinaiſons lunaires.

Il eſt vrai que dans les Mémoires de 1720, p. 360, M. Caſſini rapporte une obſervation faite à l'Orient, & qui paroît indiquer une grande diminution de marée quand la déclinaiſon de la lune augmente ; mais cette

obſervation, & celle du 21 Juin 1712 (art. 104), ſont preſque les ſeules qui pourroient paroître concluantes, & il en faudroit une ſuite pour établir un pareil ſyſtême ; d'ailleurs, il faut obſerver qu'à l'Orient les marées ſont aſſez irrégulieres (*Mém.* 1720, pag. 358), & que quand on compare une obſervation faite en été avec une obſervation d'automne, on riſque beaucoup d'être trompé par l'influence des vents d'automne & de la ſéchereſſe de l'été.

Quoi qu'il en ſoit, cette obſervation de l'Orient eſt celle du 19 Juin 1716, qu'il compare avec celle du 24 Septembre 1718, dans les moyennes diſtances de la lune. Pour la premiere, la déclinaiſon de la lune étoit de 19° Boréale, & l'élévation de la mer fut de 13½ pieds, ſavoir, 3 pouces le matin, & 13 pieds 9 pouces le ſoir : dans celle du 24 Septembre 1718, la déclinaiſon étoit de 0° 50′, la hauteur de la pleine mer le ſoir fut de 15 pieds 8 pouces ſur le poteau, & celle de la baſſe mer, le matin avoit été de 4 pouces ſeulement ; ainſi la marée totale fut de 15⅔ pieds, c'eſt-à-dire, plus grande de 2 pieds 2 pouces. Cette différence eſt bien plus forte que ci-deſſus (art. 104), & deviendroit embarraſſante, même dans le ſyſtême de M. Caſſini ; mais en conſultant ſes manuſcrits, j'ai vu que le lendemain & le ſurlendemain de la nouvelle lune, c'eſt-à-dire, le 20 & le 21 Juin, il y avoit eu 15 pieds 0 pouce, & 15 pieds 1 pouce, & la marée devoit être plus grande le 20 que le 19 ; c'eſt celle-ci qui eſt la marée dépendante de la nouvelle lune, & elle différe beaucoup moins de celle du 24 Septembre. Au reſte, la différence peut être attribuée aux vents d'Oueſt qui regnent ſouvent dans l'équinoxe. Dans la copie qui exiſte & que j'ai conſultée, il n'eſt preſque jamais queſtion des vents, quoique M. Caſſini diſe qu'on avoit ſoin de les obſerver, comme influant beaucoup ſur les marées (*Mém.* 1712, pag. 88).

Sans cette copie dont je viens de parler, j'aurois eu de la peine à diſtinguer ſi les 15 pieds 8 pouces étoient la marée totale, ou ſeulement la hauteur de la pleine mer. D'abord on eſt tenté de croire que c'eſt la diffé-

rence totale, en voyant (pag. 356) qu'on obſervoit tous les jours la hauteur de la pleine mer & celle de la baſſe mer; mais quand on lit (pag. 360), que le poteau eſt reſté à ſec pendant 24′ le 17 Mars 1718, on a lieu de penſer qu'en général on ne faiſoit pas uſage du point de la baſſe mer; car ce jour-là il eſt parlé de l'élévation de la mer, tout comme dans les obſervations du 19 Juin & du 24 Septembre. Or, le jour que le poteau eſt reſté à ſec dans la baſſe mer, on ne pouvoit pas meſurer l'élévation de l'eau au-deſſus de cette baſſe mer, qui n'arrivoit pas juſqu'au poteau; donc auſſi dans les autres jours l'élévation ne doit être ſuppoſée que le nombre de pieds de l'échelle ou de la diviſion du poteau. En effet, dans le Mémoire cité on ne voit pas quel étoit le terme inférieur de cette diviſion; ce Mémoire eſt fort court, & contient fort peu d'obſervations; mais dans le manuſcrit j'ai trouvé les hauteurs de la baſſe mer, & j'ai vu que ſouvent elle étoit à zéro; ainſi le commencement de la diviſion étoit aux plus baſſes eaux. Le 16 Février & le 17 Mars 1718, le poteau étoit à ſec, & l'on n'a rien marqué ces jours-là pour la baſſe mer; mais quoique le poteau fut à ſec, il s'en falloit très-peu que l'eau ne l'atteignit; & l'on peut regarder encore la hauteur de la baſſe mer, comme étant à zéro de la diviſion. Tout cela prouve la néceſſité qu'il y a de publier les obſervations en entier avec tous leurs détails.

105. Il faut auſſi recourir à quelque circonſtance particuliere pour expliquer la grande marée de 23 pieds 3 pouces 6 lignes, obſervée à Breſt le 17 Mars 1714; c'eſt la plus grande qu'on ait vue à Breſt, & elle ſeroit des plus favorables au ſyſtême que je combats (*Mém.* 1714, pag. 254); mais il y a pluſieurs raiſons de l'écarter. D'abord, quoique la lune fut périgée, ſa diſtance n'étant que de 939 le 15 Mars précédent, le périgée ne ſuffit pas pour expliquer cette obſervation; car la mer n'alla pas à 23 pieds le 25 Septembre ſuivant; elle n'alla même qu'à 21$\frac{1}{2}$ le 28 Août, & le 9 Juillet 1713,

la distance de la lune à la terre étant la même. Il est vrai que sa déclinaison la veille étoit de 21° australe ; mais cela ne sauroit expliquer, même dans le système de M. Cassini, une si grande différence ; d'ailleurs, ce fut moins l'élévation que la descente qui fut extraordinaire le 17 Mars & le 25 Septembre 1714 ; car le 13 Octobre 1711 & le 6 Août 1713, la mer avoit monté presque aussi haut sur l'échelle ; mais elle n'étoit descendue qu'à 1 pied 10 pouces au lieu de 3 pieds 6 pouces ; il semble qu'il y ait eu quelque secousse violente le 17 Mars 1714, & ces secousses sont plus rares en été ; mais je voudrois qu'on nous eût transmis l'état de l'atmosphere dans cette marée extraordinaire : j'ai peine à croire qu'on n'y eût pas trouvé la cause d'une partie de cette grande dépression. Au reste, elle n'est point dans les manuscrits que j'ai consultés, où il n'y a vers ce temps-là que les marées des jours de syzygies ou de quadratures ; mais on y trouve celle du 15 Mars deux jours auparavant, qui n'étoit que de 20 pieds & demi.

106. Il arrive de temps-en-temps des abaissemens extraordinaires, qui sont probablement produits par des circonstances particulieres, comme depuis le 19 jusqu'au 22 Juin 1716, ou avec des marées de 20 pieds, l'abaissement fut de 2 pieds & demi, & avec une marée de 20 pieds 4 pouces, l'abaissement fut de 2 pieds 10 pouces ; tandis qu'il n'avoit été que de 1 pied 3 pouces pour une marée égale le 12 Octobre 1715, & que pour une marée de 21 pieds 2 pouces le 29 Novembre 1712, la basse mer étoit restée de 11 pouces au-dessus du point fixe.

Ainsi l'on peut considérer l'action du vent dans certains cas, comme déplaçant & transportant le volume entier de la mer, à Brest, d'environ un pied & demi plus haut ou plus bas que sa situation ordinaire ; tandis que l'action de la lune s'exerce à l'ordinaire sur ce volume ainsi déplacé, sans éprouver d'altération remarquable, si pendant le temps que dure une marée entiere, l'effet du vent s'est soutenu.

Mais

Mais il arrive auſſi que cet effet du vent ſurvient ou qu'il ceſſe dans l'intervalle d'une marée, ou depuis la baſſe mer juſqu'à la haute mer; alors on trouve une marée extraordinaire, comme celle du 17 Mars 1714, où la mer n'étoit montée qu'à 19 pieds 9 pouces $\frac{1}{2}$; tandis qu'elle a monté juſqu'à 20 pieds 6 pouces le 13 Octobre 1717, & à 20 pieds 4 pouces le lendemain, quoique l'abaiſſement ces jours-là n'ait été qu'à 2 pieds. Elle étoit montée à 20 pieds 3 pouces le 29 Novembre 1712, jour où cependant la baſſe mer reſta de 11 pouces au-deſſus du point fixe.

Cette maniere de ſéparer l'action des vents de celle de la lune, me paroît être du moins une hypotheſe propre à concilier beaucoup de variétés dans les obſervations. La même différence de 18 pouces ſe remarquera dans les quatre points eſſentiels de l'échelle des marées, qui eſt calculée d'après les obſervations, & où l'on voit les cas extraordinaires ſéparés des ſituations générales de la haute mer & de la baſſe mer.

Ainſi je ſuis perſuadé que les grandes marées produites par la lune dans ſon périgée, ne doivent être ſuppoſées à Breſt que de 21 pieds environ (art. 56); mais on n'en ſera bien aſſuré que lorſqu'on aura des obſervations aſſez bien circonſtanciées pour ſéparer l'effet de la lune de celui des vents; & nous ſommes obligés d'attendre celles que le Miniſtre a donné ordre de faire dans pluſieurs Ports auſſi tôt que la paix le permettra (art. 155).

Obſervations de Hollande.

107. M. Brunings, ſavant Hollandois, Directeur des canaux & des rivieres, qui demeure aux écluſes de Zwaanenburg, m'a communiqué en 1774, lorſque j'étois en Hollande, des obſervations faites au Texel en 1771, tous les jours de l'année, où l'on a marqué la quantité dont la marée s'eſt élevée au-deſſus de la haute mer ordinaire: on y voit que le 25 Janvier au matin, cet excédent alloit à $24\frac{1}{2}$ pouces de France, par un vent de N. N. O.; le 4 il y avoit 28 pouces, par un vent d'Oueſt & de Nord; le 17 & le 18 Juin 13; le premier

Août 20, le 14 & 15 Août 19, le 21 Décembre & le 27 Juillet $17\frac{1}{2}$, le 22 10 pouces; tandis qu'à la pleine lune du 30 Mars il y avoit 14 pouces au-deſſous, la veille 14, le lendemain & le ſurlendemain 10; à la pleine lune du 23 Septembre 8 pouces, le lendemain 9 pouces, & le ſurlendemain hauteur ordinaire. On voit dans ces obſervations tout le contraire des grandes marées d'équinoxes; je les aurois fait imprimer en détail, ſi l'heure de la marée y étoit rapportée, & ſi l'on y avoit marqué plus ſpécialement ce que l'on entend par les termes de haute marée ordinaire. On verra que les obſervations de Katwyk, que je rapporterai ci-après (art. 184), ne prouvent pas davantage les grandes marées des équinoxes.

108. On trouvera auſſi plus bas (art. 158), des obſervations faites ſur la Charente, qui me furent communiquées à Rochefort en 1773, lorſque je faiſois la deſcription de ce Port; on n'y voit rien qui ne ſoit favorable à mon ſyſtême : elles donnent une ſeule fois $19\frac{1}{2}$ pieds de marée dans la pleine lune de l'équinoxe le 20 Mars; mais la lune étoit périgée, & le vent à l'Oueſt. Les marées des ſyzygies en Avril & Septembre ont été de $17\frac{1}{4}$ à $18\frac{1}{2}$, mais toujours dans le périgée de la lune. D'un autre côté, les marées des mois de Novembre 1771, Février 1772, Novembre 1772, ont été de 17 à $17\frac{1}{2}$; celle d'Août à 18 & $18\frac{1}{2}$. Il y a eu $17\frac{1}{4}$ le 22 Janvier dans le périgée par un temps calme, quoique ce fût 4 jours après la nouvelle lune; & le 27 Octobre, quoique cinq ſemaines après l'équinoxe, mais par des vents de Sud & d'Oueſt. Ainſi l'effet du périgée de la lune & des vents d'Oueſt eſt bien plus ſenſible dans ces obſervations que l'effet des équinoxes, qui diſparoît, pour ainſi dire, parmi les autres.

Il ſeroit à ſouhaiter que ces obſervations euſſent été ſuivies plus long-temps, & qu'on y eût marqué les heures des marées, mais cela eſt long & difficile; on pourroit plus facilement en eſpérer de Rochefort, à cauſe de la marine du Roi; mais la réſiſtance & le giſement des

bords de la riviere, & les différentes crues d'eau qui la font varier, y jetteroient quelqu'incertitude. Il vaudroit mieux établir le lieu des obſervations dans la paſſe des vaiſſeaux, ou du moins ſur la barre de la riviere, que l'on connoît aſſez peu. L'on ne ſavoit pas encore bien en 1773, lorſque j'étois à Rochefort, ſi des vaiſſeaux tirant 19 pieds d'eau, pouvoient deſcendre en rade; les Officiers les plus inſtruits croyoient que cela étoit impoſſible : les obſervations dont je parle décideroient la queſtion.

109. J'ai conſulté ſouvent dans mes Voyages ſur les côtes de l'Océan, les Mariniers & ceux qui travaillant dans les Ports, examinent mieux que perſonne les circonſtances des grandes marées; ils eſtiment que les environs des équinoxes fourniſſent de plus grandes marées, tantôt avant, tantôt après la ſyzygie la plus voiſine des équinoxes; mais ils ne ſont pas préciſément perſuadés que ce ſoit l'effet de la nouvelle lune de l'équinoxe; cela nous donne encore plus de liberté pour interprêter leur opinion, & nous permet d'attribuer ces grandes marées à la force & à la direction des vents, qui ſont fréquens dans cette ſaiſon, mais qui ne concourent pas toujours avec la ſyzygie, ni avec le périgée de la lune.

Je dis que ces vents de l'équinoxe ſont fréquens, on pourroit même dire ordinaires. En général, il y a des choſes aſſez périodiques & aſſez réglées, même dans nos climats, pour qu'on ſoit étonné lorſqu'elles n'arrivent pas, & pour qu'on en oublie les exceptions. Telles ſont les gelées de Janvier, les ouragans de Mars, les chaleurs d'Août, les pluies de Novembre. Tels ſont auſſi les vents du Sud-Oueſt au mois de Septembre, qui amenent ſouvent des pluies, & qui ſont une cauſe aſſez conſtante pour avoir pu accréditer l'idée des grandes marées des équinoxes, & ſur-tout de l'équinoxe d'automne.

110. M. de Chabert, dans ſon *Voyage à l'Amérique ſeptentrionale*, imprimé 1753, ayant ſuppoſé que les marées de l'équinoxe ſont plus grandes à Louisbourg, ajoute

auſſi (p. 109), que la lune à l'équateur, ou dans ſa moindre diſtance à la terre, occaſionnoit ordinairement des vents plus forts. Cela ſuffit pour que je puiſſe attribuer à ces vents cette augmentation des marées dans les équinoxes.

M. Adanſon atteſte que les grandes marées du Niger ſur la côte d'Afrique, dont il a été témoin, ſont arrivées vers le ſolſtice d'hiver, (*Voyage au Sénégal*, p. 144).

On obſerve dans les nouveaux Mémoires de l'Académie de Philadelphie, que la partie orientale du continent de l'Amérique, & la partie orientale du continent de l'Aſie, ont beaucoup de rapport entr'elles à pareilles latitudes, que les mêmes vents y produiſent les mêmes ſaiſons, tandis qu'ils produiſent des effets contraires dans les parties occidentales des deux continens. L'on ſaura un jour ſi les grandes marées qui arrivent ſouvent en Europe dans le printemps & dans l'automne, ont lieu de même au nord de la Californie; il eſt probable qu'on y trouvera les vents de Sud-Oueſt, plus forts dans les mêmes temps de l'année.

111. On ne peut attribuer à une autre cauſe que les vents, ces marées extraordinaires dont nous avons parlé (art. 100), & les phénomenes encore plus extraordinaires qu'on obſerve de temps-en-temps. Par exemple, le 23 Août 1724, la marée, après avoir monté à Portſmouth pendant une heure & demie, s'arrêta, baiſſa pendant près de trois quarts-d'heure, & remonta enſuite à l'ordinaire. Il y avoit long-temps qu'on n'avoit eu d'exemple d'un ſemblable phénomene, & il ne peut s'expliquer que par les vents.

Il en eſt de même de la ſingularité qui arriva le 13 Février dans la Tamiſe, & ſur laquelle il y a pluſieurs lettres dans les *Tranſact. Philoſoph.* 1756, p. 523 & ſuiv. la mer ne deſcendit que de $2\frac{1}{2}$ pieds, 4 heures après le flot; elle remonta pendant quelques minutes; elle redeſcendit enſuite, mais ſi peu, qu'il reſtoit 5 pieds d'eau de plus que dans la plus haute des baſſes marées; le vent fut très-fort le matin pendant le flot, & il étoit au Sud-Oueſt; mais après-midi pendant l'ebbe, le vent dimi-

nua, & paſſa au Nord-Oueſt. Or, les vents de Nord font toujours de grandes marées dans la Tamiſe : on jugea que c'étoit-là la cauſe de ce phénomene. Les marées furent fort irrégulieres depuis le 9 juſqu'au 19.

Cette influence du vent ſur les hauteurs de l'eau s'obſerve ſur-tout à Pétersbourg, où il n'y a point de flux ni de reflux : la mer y varie de 6 pieds, le vent d'Oueſt ou de Sud-Oueſt la fait monter, elle baiſſe par les vents d'Eſt & de Nord-Eſt ; le dégel & les pluies ne paroiſſent pas même y influer.

Ajoutons auſſi, que les vents peuvent cauſer dans les grandes marées de très-grandes variations, quelquefois ſans qu'on ait lieu de s'en douter, parce que des orages arrivés fort au loin, font des ondes qui ſe propagent & qui durent long-temps ; c'eſt ce qu'on appelle des rats de marées.

112. Les obſervations ne ſont donc point concluantes pour l'opinion des grandes marées dans les équinoxes ; la théorie n'y eſt pas plus favorable, comme nous l'avons déja vu (art. 94). M. Bernoulli & M. Euler l'ont éprouvé dans leurs recherches. M. Bernoulli, perſuadé que les plus grandes marées arrivoient aux environs des équinoxes, & voulant expliquer ce phénomene, fut obligé d'avoir recours à deux ſuppoſitions, qui paroîtront moins néceſſaires aujourd'hui, la propoſition qui les lui fit adopter, ſe trouvant être plus que douteuſe. La premiere ſuppoſition, c'eſt que les marées qui ont lieu ſur nos côtes dépendent de la partie de l'Océan, compriſe entre l'Afrique & l'Amérique vers 35° de latitude, d'où elles s'étendent & ſe propagent juſqu'aux côtes de France par communication, & de proche en proche. La ſeconde ſuppoſition de M. Bernoulli, c'eſt que deux marées conſécutives, dont l'une doit être grande & l'autre petite, ſe combinent & s'affectent mutuellement, de maniere que l'une étant augmentée & l'autre diminuée, c'eſt à peu-près le milieu entre les deux qu'on obſerve & qu'on éprouve ſur nos côtes, (*M. Bernoulli*, pag. 168). Par-là il ſe tira de la difficulté que lui faiſoient les marées des

équinoxes & les déclinaisons de la lune. Il est constant que par la théorie la marée d'en-haut doit être plus grande quand la lune est plus élevée, que quand elle est dans l'équateur; mais aussi cette marée qui est plus grande, est suivie d'un autre qui est plus petite, & le milieu entre ces deux marées consécutives se trouve être plus petit, tant qu'on ne passe pas 45°; mais il est plus fort à des latitudes plus avancées. Ainsi pour trouver une hauteur plus considérable sur nos côtes, il falloit supposer que nos marées étoient moins l'effet d'une action immédiate de la lune sur la mer qui baigne nos côtes, que le résultat des mouvemens imprimés à la masse d'eau, qui avoisine davantage les tropiques, & où l'étendue de la mer est plus vaste, & se prête davantage à l'action lunaire; par-là on sembloit accorder une peu la théorie avec l'observation des grandes marées de l'équinoxe.

113. Mais M. Euler, qui travailloit dans le même temps à Pétersbourg sur le même objet, & qui partagea le prix de 1741, prit un parti bien différent pour sauver cette difficulté; & il ne défera pas autant à la persuasion générale des grandes marées des équinoxes. A la fin du quatrieme chapitre de son traité sur cette matiere (*a*), il observe que si l'on prend le milieu entre les deux marées consécutives d'un même jour, dont l'une est plus grande & l'autre plus petite, on aura une hauteur moyenne, plus grande quand elle est à l'équateur, & plus petite quand la lune décline vers les poles; du moins, tant qu'on est à des latitudes terrestres, qui ne sont pas extrêmement grandes; mais c'est le contraire, ajoute M. Euler, vers 60 degrés de latitude; d'où il suit que dans les régions voisines des poles, les grandes marées ne doivent pas arriver au temps des équinoxes, mais plutôt vers les solstices, en quoi la théorie est très-bien confirmée par l'expérience (pag. 283). Si l'on calcule la hauteur méridienne de la lune & de son point opposé; en prenant la somme & la différence de la déclinaison de la lune & de la hauteur de l'équateur, les

(*a*) *Inquisitio physica in causam fluxus ac refluxus maris*, à L. Euler.

hauteurs des deux marées ſeront exprimées par le carré du ſinus de la ſomme, & le carré du ſinus de la différence de la déclinaiſon & de la hauteur de l'équateur ; la ſomme des deux marées étant partagée en deux, forme la hauteur moyenne de la marée ; tandis que le carré du ſinus de la hauteur de l'équateur forme la hauteur de la marée dans les équinoxes, comme on peut le conclure de tout ce que nous avons dit (art. 66 & 83). Or, ſi la hauteur de l'équateur eſt de 45°, la ſomme eſt le complément de la différence, & en ajoutant les carrés de leurs ſinus, on aura toujours l'unité. Ainſi à 45° de latitude, la hauteur moyenne eſt toujours la même, quelle que ſoit la déclinaiſon de la lune, & les grandes marées ne dépendent point des équinoxes ; mais à 60° de latitude, on trouve que quand la lune a 23° de déclinaiſon, la marée moyenne eſt plus grande d'un cinquieme que quand la lune eſt dans l'équateur ; elles ſont dans le rapport de 31 à 25, toujours en prenant le milieu entre les deux marées conſécutives.

114. M. Euler, dans le ſixieme chapitre de la même diſſertation, eſſaie de faire entrer dans le calcul des marées l'inertie des eaux, où cette propriété phyſique des fluides, qui eſt de ne pouvoir prendre en un inſtant la figure qui convient aux forces dont ils ſont animés, & d'aller au-delà du mouvement qu'elles leur ont imprimé. Sans cette inertie, les eaux ſeroient toujours en équilibre avec les forces évaluées géométriquement, elles en ſuivroient tous les degrés & toutes les variations, & perdroient à l'inſtant tout le mouvement qu'elles auroient reçu dans les temps précédens, pour n'avoir que celui dont la cauſe agit dans l'inſtant donné. C'eſt avec cette ſuppoſition qu'on admet pour repréſenter l'état des marées un ſphéroïde allongé, dont le grand axe eſt toujours dirigé vers l'aſtre qui attire, & en ſuit tous les mouvemens (art. 39) ; mais pour appliquer le réſultat de ces calculs aux phénomenes de la marée, M. Euler propoſe de chercher par les obſervations, quelle eſt la latitude terreſtre, où les plus grandes marées répondent aux plus

grandes déclinaiſons ; il ſuppoſe dans un exemple que c'eſt à 60°, & il donne une formule par laquelle on trouveroit enſuite la déclinaiſon qui doit produire à chaque latitude la plus grande marée, lorſqu'on auroit déterminé par obſervation le coëfficient qui dépend de l'inertie (pag. 310). En attendant, ajoute-t-il, nous ne déterminons rien à cet égard ; mais nous attendrons qu'on ait fait avec ſoin des obſervations à ce ſujet.

Dans le ſeptieme chapitre, M. Euler dit, que vers 50° de latitude la déclinaiſon de la lune qui doit occaſionner les plus grandes marées eſt de 16°, ſuivant l'hypotheſe la plus probable de l'inertie, ce qui s'accorde fort bien, ajoute-t-il, avec les obſervations faites ſur les côtes ſeptentrionales de la France, par leſquelles on voit que les plus grandes marées ont coutume d'arriver dans les ſyzygies de Février & de Novembre, où la lune, a à peu-près cette déclinaiſon.

Cependant M. Euler, après divers calculs ſur ces hypotheſes d'inertie, finit, en diſant que ce n'eſt qu'à 76° de latitude qu'on trouveroit fauſſe la regle des plus grandes marées équinoxiales ; & que comme on n'a pas coutume d'y faire des obſervations, on peut admettre d'après la théorie, que les plus grandes marées arrivent aux environs des équinoxes, pourvu qu'on ne ſoit pas trop près du pole, & qu'on meſure les hauteurs par le milieu arithmétique, pris entre les deux marées conſécutives (pag. 333) ; mais il ne laiſſe pas de convenir que les obſervations ne confirment pas décidément cette théorie, & que cette maniere de meſurer les grandes marées n'eſt pas naturelle (pag. 332). Tout cela prouve la difficulté qu'il y a de concilier les grandes marées de l'équinoxe dans nos régions boréales, avec l'attraction du ſoleil & de la lune.

115. On conviendra du moins facilement que l'opinion générale des grandes marées des équinoxes, quoique peu d'accord avec la théorie générale que j'ai adoptée, ne ſuffit pas pour qu'on puiſſe douter de la cauſe des marées ; puiſque le phénomene n'eſt pas conſtaté, que les

les vents ſuffiſent pour expliquer ce qu'on a pu obſerver à ce ſujet, & que le calcul de l'inertie pourroit expliquer une petite différence ſi elle étoit bien conſtatée. Ainſi il me ſemble que le ſyſtême des grandes marées des équinoxes devroit être réduit à ceci : il y a fort ſouvent dans les mois de Mars & de Septembre des vents d'Oueſt qui refoulent les eaux & augmentent les marées ſur nos côtes; mais il en arrive de plus fortes encore en hiver. Ainſi, ces grandes marées, quand elles arrivent vers les équinoxes, ne ſont pas l'effet des attractions du ſoleil & de la lune, & ne contrediſent point la regle générale que donne la théorie de l'attraction. Concluſion pour les marées d'équinoxe.

Au reſte, ſi tout ce que je viens de dire ne prouve pas que les grandes marées, lorſqu'elles arrivent aux environs des équinoxes, ſans que la lune ſoit périgée, ſont produites par des cauſes étrangeres à l'attraction, il en réſultera du moins, qu'il eſt utile de faire encore ſur les marées une ſuite d'obſervations exactes, d'en marquer toutes les circonſtances météorologiques, ſur-tout la direction & la force du vent, & de les publier en entier pour ſervir aux recherches qui reſtent à faire ſur le flux & le reflux de la mer.

J'ai donné dans les Mémoires de 1772, une ſuite d'obſervations faites à Calais, mais on n'y trouve rien pour la baſſe mer; & ce ſeroit une partie importante de ces ſortes d'obſervations. J'ai lieu d'en eſpérer de nouvelles, comme on le verra ci-après (art. 155).

117. Après avoir parlé de toutes les circonſtances générales des marées, il eſt néceſſaire de dire un mot ſur la maniere d'établir le niveau naturel des eaux, qui auroit lieu s'il n'y avoit point de marées, & le terme duquel on peut compter les élévations & les abaiſſemens de l'eau. Niveau de la mer.

On a ſouvent pris pour niveau naturel le milieu entre les plus grandes & les plus petites hauteurs de l'eau; mais ce milieu n'eſt point conforme à la théorie, & c'eſt elle qui doit nous éclairer, là où les obſervations ne peuvent rien nous apprendre. J'ai démontré dans mon

Aſtronomie (art. 3333 & 3598), que ſi une ſphere eſt changée par une force étrangere en un ellipſoïde allongé, la quantité de matiere reſtant la même, enſorte que le volume de la ſphere & celui du ſphéroïde ſoient égaux, il arrive néceſſairement que le grand axe differe du petit axe, trois fois autant que le petit axe differe du diametre primitif de la ſphere. Par exemple, ſi le grand axe ſurpaſſe de 3 pieds le petit axe, celui-ci aura un pied de moins que le diametre de la ſphere, avant qu'elle fut changée en ſphéroïde, & le grand axe aura 2 pieds de plus que la ſphere. Ainſi la pointe du ſphéroïde s'élevera de 2 pieds au-deſſus de la ſurface naturelle que l'eau avoit dans le principe, & elle rentrera d'un pied ſur les côtés, ou vers les points du petit axe. Delà il ſuit que la montée des eaux eſt double de la deſcente.

Donc ſuivant la théorie, la figure elliptique, étant celle du ſphéroïde aqueux, le milieu entre la plus haute mer & la plus baſſe mer n'eſt point le niveau naturel de l'Océan ; mais le niveau eſt à un tiers ſeulement de l'eſpace total, en partant du terme inférieur des plus baſſes eaux. Par exemple, quand il y a 21 pieds de marée dans les ſyzygies à Breſt, la mer deſcend de 7 pieds au-deſſous du niveau naturel, & monte de 14 pieds au-deſſus.

118. Lorſque l'on a une marée moyenne à Breſt de 18 pieds 3 pouces, il y a 12 pieds 2 pouces au-deſſus du niveau, & 6 pieds 1 pouce au-deſſous ; mais la hauteur moyenne au-deſſus du point fixe, ou du point de zéro, gravé ſur l'échelle de Breſt, eſt d'environ 17 pieds 10 pouces ; ce point eſt donc de 5 pouces plus haut que le terme inférieur de la marée ; il faut donc ôter ces 5 p. de l'abaiſſement au-deſſous du niveau naturel ; il reſte 5 pieds 8 pouces, donc le zéro de l'échelle eſt de 5 pieds 8 pouces plus bas que le niveau naturel de la mer.

Si l'on vouloit donc réduire à ce niveau naturel toutes les obſervations imprimées dans les Mémoires de l'Académie, & celles qu'on trouvera ci-après (art. 154), il faudroit ôter 5 pieds 8 pouces de toutes les hauteurs

obſervées ſur l'échelle, pour avoir les hauteurs au-deſſus du niveau, & les ajouter à toutes les dépreſſions, pour avoir les dépreſſions au-deſſous du niveau naturel de la mer.

119. Ce que nous avons dit du niveau naturel au-deſſus des baſſes eaux, a lieu pour les grandes marées des ſyzygies, mais non pas pour celles des quadratures : dans celles-ci, la hauteur totale étant la différence des effets de la lune & du ſoleil, ſi on appelle ces quantités L & S, on aura $\frac{2}{3}$ L — $\frac{1}{3}$ S pour l'élévation au-deſſus du niveau naturel, produite par la lune, moins la dépreſſion produite par le ſoleil (art. 56), & l'on aura $\frac{1}{3}$ L — $\frac{2}{3}$ S pour la dépreſſion des baſſes eaux au-deſſous du niveau ; ainſi le rapport de l'élévation à l'abaiſſement dans les quadratures, dépend de celui des forces L & S ; & ſi ce rapport eſt celui de 5 à 2 (art. 56), l'élévation des eaux au-deſſus du point fixe, ſera 8 fois plus grande que leur dépreſſion ; car en ſubſtituant pour L ſa valeur $\frac{5}{2}$ S, la premiere quantité ſera $\frac{8}{6}$ S, & la ſeconde $\frac{1}{6}$ ſeulement, c'eſt en effet ce que trouve M. Bernoulli à la fin de la piece que nous avons citée. Il n'y aura même que deux élévations & point de dépreſſion ; ſi $\frac{2}{3}$ S eſt égal à $\frac{1}{3}$ L, ou L = 2 S, comme on le ſuppoſe dans l'apogée de la lune.

120. Quand on ſuppoſe la force du ſoleil 5 pieds 5 pouces (art. 65) & celle de la lune apogée 10 pieds 4 pouces, on trouve que le ſoleil dans ſes moyennes diſtances abaiſſe les eaux de 1 pi. 10 po., & les éleve de 3 pi. 7 po. la lune apogée les éleve de . 6 11 , & les abaiſſe de 3 5
donc dans la quadrature apogée il doit y avoir au-deſſus du niveau. . . . 5 1 , & 0 2

Echelle des marées à Breſt.

ainſi toutes les petites marées des quadratures ſont au-deſſus du niveau naturel de la mer depuis 2 pouces juſqu'à 5 pieds 1 pouce, en ſuivant les ſuppoſitions de l'article 65 ; mais ſi l'on ne ſuppoſe que 4 pieds 11 pouces pour le ſoleil, & 10 pieds 10 pouces pour la lune, comme un plus grand nombre de comparaiſons ſemble me l'indiquer, on aura 5 pieds 7 pouces au-deſſus, & 4 pouces au-deſſous du niveau naturel.

121. Cette détermination du niveau de la mer ſuffit pour démontrer la formule de la marée totale que donne M. Bernoulli (pag. 100); il trouve qu'en nommant s le ſinus de la hauteur de la lune, b le ſinus total, & M la marée totale, la marée pour un lieu quelconque, eſt $\frac{3}{2}\frac{ss-bb}{bb}$ M. Sa démonſtration, qui ſuppoſe des ſéries, eſt inutile après ce que nous avons démontré (art. 66); car l'élévation en F (*fig.* 3), au-deſſus du point B des baſſes eaux, eſt M ss, celle du niveau naturel eſt $\frac{1}{3}$M (art. 117), donc la différence eſt l'élévation au-deſſus du niveau naturel M ss — $\frac{1}{3}$M, ou $\frac{3ss-1}{3}$M, ce qui revient au même en faiſant le ſinus total $b=1$.

Fig. 3.

La marée commence par le plus bas.

122. Après avoir vu ce que c'eſt que le niveau naturel de la mer, ou le terme moyen des marées, on peut demander comment doivent ſe compter les extrêmes d'une marée; eſt-ce depuis la deſcente juſqu'à la montée ſuivante, ou depuis la montée juſqu'à la deſcente? Cela paroît d'abord indifférent, pourvu qu'on ſuive toujours une regle uniforme; cependant il ſemble qu'il y a un peu plus de rapport, ſur nos côtes, de la baſſe mer à la haute mer qui la ſuit, qu'à la haute mer qui précede, puiſqu'au moment où la cauſe des marées commenceroit d'agir, elle feroit baiſſer les eaux ſur nos côtes en les élevant ſous l'équateur; d'ailleurs, les Pêcheurs annoncent ſouvent que la mer ſera très-haute lorſqu'ils ont remarqué que le juſan deſcendoit plus bas qu'à l'ordinaire. Il paroît donc que la hauteur totale d'une marée doit ſe meſurer depuis le bas du premier abaiſſement de la mer juſqu'au ſommet de l'élévation ſuivante, c'eſt-à-dire, depuis le plus bas du juſan juſqu'au ſommet du flot complet ou de la mer étale.

M. de Fourcroy s'eſt apperçu que quand on meſure la diſtance de la baſſe mer à la plus haute mer précédente, on trouve des différences inégales, & qu'on n'a la hauteur ni de la premiere marée, ni de la ſeconde; c'eſt donc la haute mer ſuivante qu'il penſe qu'on doit com-

parer à la baſſe mer précédente ; c'eſt celle-ci qu'on peut regarder comme la premiere oſcillation de la marée complette (*Mém. préſentés*, tome VIII, pag. 590).

M. Caſſini dit à la vérité, que plus la mer s'eſt élevée, & plus elle devient baſſe enſuite, lorſqu'elle s'eſt retirée (*Mém. de l'Ac.* 1712, p. 94) : il ne cite à cet égard qu'une ſeule obſervation, & en conſultant les manuſcrits (art. 53), j'ai vu qu'il avoit pris la baſſe mer précédente ; je ſuis tenté de croire qu'il regardoit cela comme indifférent, car il prend la baſſe mer précédente (*Mém.* 1713, p. 18), & deux fois la baſſe mer ſuivante (pag. 287). Pour moi, j'ai pris tant que j'ai pu le milieu entre les deux hauteurs de la pleine mer obſervées le même jour, pour y comparer la baſſe mer obſervée entre deux, de peur de tomber dans l'inconvénient des cas extrêmes & irréguliers.

123. Suivant les obſervations de Breſt, de Dunkerque, de Bordeaux & de Rouen, la mer emploie un peu plus de temps à deſcendre qu'à monter ; la différence peut aller à un quart-d'heure dans les nouvelles & pleines lunes, & une demi-heure dans les quadratures (*Mém.* 1712, pag. 94, 1713, p. 15 & 128, 1720, p. 157).

La mer eſt plus long-temps à deſcendre.

» Ceci paroît d'abord, dit M. Caſſini, contraire aux » regles de la ſtatique ; le poids de l'eau devant réſiſter » à la marée qui s'éleve, & faire retarder le temps de » ſa plus grande élévation. Tout au contraire, ce même » poids doit contribuer à faire baiſſer la marée avec » plus de précipitation, & accélerer le temps de la baſſe » mer ; enſorte que de la haute mer à la baſſe mer ſui- » vante, il devroit s'écouler moins de temps que depuis » cette baſſe mer juſqu'à la haute mer. Mais il paroît, » dit ailleurs M. Caſſini, qu'on peut en attribuer la cauſe » à ce que l'effort qui oblige les eaux à s'élever, les » pouſſe avec violence, & par conſéquent avec beaucoup » de vîteſſe vers les côtes d'où elles ſe retirent enſuite, » par leur propre poids, avec moins de vîteſſe qu'elles » n'étoient montées. On peut dire auſſi, comme M. Caſſini » l'obſerve dans un autre Mémoire, que l'effort qui a

» obligé la mer de monter, ſubſiſte encore quelque temps » après qu'elle eſt arrivée à ſon plus haut point, & tient » les eaux ſuſpendues, ou du moins les empêche de deſ- » cendre, avec le degré de vîteſſe qu'elles auroient ſi » rien ne s'oppoſoit à leur deſcente ».

Quand M. Caſſini dit, que la mer qui étoit montée par une violente impulſion, ne ſe remet dans ſon état naturel que par ſon propre poids, enſorte qu'il n'eſt pas ſurprenant qu'elle emploie plus de temps à deſcendre qu'elle n'en a mis à monter; ce dernier raiſonnement eſt une ſuite de ſyſtême que M. Caſſini employoit pour l'explication des marées, par la preſſion de la lune ſur la mer (*Mém.* 1712, pag. 95, 1713, p. 281, 1720, p. 157); mais il n'a pas lieu également dans notre explication, puiſque la mer s'abaiſſe ſur les côtes par une augmentation de peſanteur, tandis qu'elle s'éleve vers la lune par la diminution de ſon poids (art. 39).

On m'a aſſuré qu'à Bordeaux, la marée ne met quelquefois que 4^h à monter & 8^h à deſcendre, quelquefois 5^h pour la montée & 7^h pour la deſcente; mais la différence y eſt toujours très-conſidérable. Cela vient peut-être de ce qu'en deſcendant, les eaux trouvent à l'embouchure une marée montante.

On verra une ſemblable différence dans les marées de la Seine (art. 150). Mais il y a une raiſon locale qui doit empêcher la mer de deſcendre à Breſt auſſi rapidement qu'ailleurs. Elle ne deſcend à Breſt que pour monter dans la Manche, où elle éprouve une réſiſtance ſi grande, qu'elle n'eſt pas encore à ſon plein en Normandie, quand elle eſt déja baſſe en Bretagne. Les eaux de la Bretagne ſont donc obligées de ſurmonter cette réſiſtance qui doit retarder leur deſcente. Le retardement ſeroit encore plus conſidérable, s'il n'y avoit pas une grande ſurface de mer du côté du midi, où une partie de ces eaux peut ſe répandre en liberté; auſſi quand le vent repouſſe les eaux au large, elles deſcendent plus bas que la hauteur ordinaire, & l'excès eſt plus fort que celui de la haute mer, produit par un vent favorable à l'élévation.

Des marées dans les petites mers, & ſpécialement dans la Mediterranée.

124. Dans les petites mers en général, comme dans la Méditerranée, le flux & le reflux eſt inſenſible. C'eſt une objection que l'on a faite cent fois contre l'explication newtonienne des marées ; il s'agit donc de faire voir, que ſuivant la théorie précédente, comme ſuivant l'obſervation, la marée doit y être inſenſible.

Les eaux de la mer, forcées par l'attraction luniſolaire de prendre la forme d'un ſphéroïde, ne la prennent qu'en ſe déplaçant, de maniere que ſur un eſpace de 180°, les eaux s'élevent vers la lune & vers le point oppoſé, & s'abaiſſent vers le point intermédiaire. Il faut que les parties qui ſont à 90° de la lune, fourniſſent des eaux pour les parties qui s'élevent, & que par leur abaiſſement, elles ſoutiennent l'élévation de la partie ſupérieure ; car les fluides ne ſe ſéparent point, leurs colonnes ſont toujours en équilibre ; la mer ne s'éleve que dans l'endroit où les colonnes deviennent plus légeres, & ſont obligées pour ſoutenir l'équilibre, d'avoir une plus grande hauteur. Si la ſphere SAP, *fig.* 10, ſe change en un ellipſoïde YBMG, c'eſt parce que la colonne de fluide CB (dont la peſanteur eſt diminuée par l'action de la lune), devient aſſez légere pour que la colonne CG, quoique plus courte, ait autant de force que la colonne CB. Si l'on ne conſidere qu'une partie KI de fluide, iſolée, & reſerrée entre deux montagnes EK, DI, l'on verra que cette partie d'eau ne peut tout au plus que prendre une direction HF, parallele à la ſurface ED du ſphéroïde aqueux, dont il s'agiſſoit dans le premier cas ; car malgré la force qui tend à former le ſphéroïde entier YBMG, l'on ſent aſſez, ſans aucune démonſtration, que la petite portion de fluide, iſolée entre les rayons CE & CD, ne peut être tranſportée de la ſurface KI du globe, à la ſurface ED du ſphéroïde

Fig. 10.

où elle n'auroit pas de soutien ; elle ne peut que s'incliner comme la ligne HF, qui étant parallele à ED, indique la direction que les forces étrangeres sont capables de donner à la surface des eaux, sans qu'elles cessent d'être en équilibre.

M. Bernoulli a trouvé, que dans les mers isolées la marée est proportionnelle à l'étendue de la mer en longitude ; il a reconnu aussi d'autres propriétés de ces sortes de marées ; mais M. Bernoulli, n'ayant point démontré ses formules, j'ai cru qu'on seroit bien aise d'en trouver ici des démonstrations, par lesquelles on reconnoît une erreur de moitié dans un de ses résultats.

125. Soit donc KI l'étendue en longitude d'une petite mer ; pour avoir la marée, il faut calculer la quantité FI dont les eaux s'élevent en prenant la situation FH. Nous n'emploîrons dans ce calcul que la valeur m de la plus grande marée avec les sinus & les cosinus des distances du point K & du point I au grand axe de l'ellipse, ou au point A de la haute mer. Soit $= 1$ le sinus total, CP ou CA ; soit s le cosinus de l'arc AK ; l'élévation EK de la marée générale au-dessus du cercle AMP est $(s^2 - \frac{1}{3})\, m$ (art. 121.), puisque par rapport au point G elle est ms^2, & que $GP = \frac{1}{3} m$; donc $CE = 1 + m\,(s^2 - \frac{1}{3})$. Delà on peut conclure EQ, car les triangles semblables CKO, CEQ donnent $CK : KO :: CE : EQ$, ou $1 : \sqrt{1-ss} :: 1 + m\,(s^2 - \frac{1}{3}) : \sqrt{1-ss}\,(1 + m\,(s^2 - \frac{1}{3}))$. Par la même raison, $1 : s :: CE : CQ$, donc $CQ = s + ms\,(s^2 - \frac{1}{3})$, dont la différentielle est $ds + 3ms^2\,ds - \frac{1}{3} m\,ds$ ou $ds\,(1 + m\,(3s^2 - \frac{1}{3}))$. Cette différentielle multipliée par la base EQ trouvée ci-dessus, donnera l'élément de la surface du segment BEQ, $ds\sqrt{1-s^2}\,(1 + ms^2 - \frac{1}{3} m + 3ms^2 - \frac{1}{3} m)$, en négligeant les m^2, ou $-(1 - \frac{2}{3} m)\sqrt{1-ss}\,ds - 4ms^2\sqrt{1-ss}\,ds$. Nous mettons le signe —, parce que le segment augmente quand s diminue. Pour avoir l'intégrale de cette quantité, il faut considérer que celle de $\sqrt{1-ss}\,ds$ est le segment AKO, & que celle de $s^2\sqrt{1-ss}\,ds$ (*Astron.* 3326.) est $\frac{1}{4} \int \sqrt{1-ss}\,ds - \frac{1}{4}(1-ss)\sqrt{1-ss}$: donc l'intégrale entiere est $AKO\,(1 + \frac{m}{3}) + ms\,(1-ss)\sqrt{1-ss}$; c'est le segment BEQ. Ajoutant le triangle

gle CEQ, qui eſt la moitié du produit de CQ par EQ, ou $\frac{s\sqrt{1-ss}}{2} + ms\sqrt{1-ss}\,(s^2-\frac{1}{3})$, nous aurons le ſecteur elliptique $BCE = s\sqrt{1-ss}\,(\frac{1}{2}+\frac{2}{3}m) + AKO\,(1+\frac{m}{3})$. Ce ſecteur répond au point K de la terre dont la diſtance au ſommet A a pour coſinus $CO = s$. On aura une ſemblable expreſſion pour un autre point I, auquel répond le coſinus $CN = n$; & prenant la différence de ces deux ſecteurs, on aura la ſurface du ſecteur $CED = (\frac{1}{2}+\frac{2}{3}m)(s\sqrt{1-ss} - n\sqrt{1-nn}) + (1+\frac{m}{3})\,KONI$.

126. Si l'on appelle A l'arc KI de la terre qui forme l'étendue en longitude de la mer dont il s'agit, & S l'eſpace circulaire KONI, l'on aura S égale à la différence entre les ſegmens AKO & INA, dont les valeurs ſont $\frac{AK}{2} - \frac{s\sqrt{1-ss}}{2}$ & $\frac{AI}{2} - \frac{n\sqrt{1-nn}}{2}$; c'eſt-à-dire, que $S = \frac{A}{2} + \frac{n\sqrt{1-nn}}{2} - \frac{s\sqrt{1-ss}}{2}$.

Donc $n\sqrt{1-n^2} - s\sqrt{1-ss} = 2S - A$; & ſubſtituant dans la valeur du ſecteur CED, elle devient $(1+\frac{m}{3})S - (\frac{1}{2}+\frac{2}{3}m)(2S-A)$.

Si l'on en retranche le ſecteur circulaire KCI ou $\frac{A}{2}$, il reſtera l'eſpace $EDIK = \frac{2}{3}Am - Sm$; & comme cet eſpace eſt auſſi égal à DF multiplié par A, il s'enſuit que $DF = \frac{2}{3}m - \frac{Sm}{A}$.

127. Pour avoir la petite ligne FI, il faut ôter DF de DI: or la valeur de DI pour une diſtance IA dont le coſinus eſt n, eſt $n^2m - \frac{1}{m}$ (121); donc $FI = n^2m - m + \frac{Sm}{A}$; & ſubſtituant pour $\frac{S}{A}$ ſa valeur $\frac{1}{2} \frac{+n\sqrt{1-n^2} - s\sqrt{1-ss}}{2A}$, on aura $FI = \frac{1}{2}m\,(2n^2 - 1 + \frac{n\sqrt{1-n^2} - s\sqrt{1-ss}}{A})$: elle ne differe de l'expreſſion de M. Bernoulli (*pag. 179 à la fin.*) que par la fraction $\frac{1}{2}$, qui paroît avoir été oubliée dans ſon calcul.

Pour trouver à quelle heure arrive la plus grande & la plus petite marée dans cette mer KI, il faut faire égale à zéro la différentielle de FI ou de $n^2m - m + \frac{Sm}{A}$; & pour cet effet nous commencerons par chercher la différen-

tielle de S ou de $\frac{A}{2} + \frac{n\sqrt{1-nn}}{2} - \frac{s\sqrt{1-ss}}{2}$ (art. 126.), en faisant A constant, & nous trouverons $\frac{dn\sqrt{1-nn}}{2} - \frac{n^2\,dn}{2\sqrt{1-nn}} - \frac{ds\sqrt{1-ss}}{2} + \frac{s^2\,ds}{2\sqrt{1-ss}}$, ou $dn\,\frac{1-2n^2}{2\sqrt{1-nn}} - ds\,\frac{1-2ss}{2\sqrt{1-ss}}$. Mais puisque A est constant, les différentielles des arcs AI, AK sont égales, & $\frac{ds}{\sqrt{1-ss}} = \frac{dn}{\sqrt{1-nn}}$; donc $dS = \frac{dn}{\sqrt{1-nn}}(s^2-n^2)$. Employant cette valeur dans la différentiation de FI, l'on aura $m\,dn\,(2n + \frac{s^2-n^2}{A\sqrt{1-nn}})$ qu'il faut faire égale à zéro, c'est-à-dire que $2\,A\,n\sqrt{1-nn} - n^2 + s^2 = 0$, comme M. Bernoulli, p. 179, ou $2\,A\,n\sqrt{1-nn} = 1 - s^2 + n^2 - 1$. Si nous appellons z & u les arcs AI & AK, dont n & s sont les cosinus, l'équation précédente se changera en celle-ci, $2\,A\,\text{cos.}\,z\,\text{sin.}\,z = \text{sin.}\,u^2 - \text{sin.}\,z^2$, ou (Art. 3625.) $2\,A\,\text{sin.}\,2z = \text{cos.}\,2z - \text{cos.}\,2u$, ou parce que $u = z + A$, $2\,A\,\text{sin.}\,2z = \text{cos.}\,2z - \text{cos.}\,2z.\,\text{cos.}\,2A + \text{sin.}\,2z.\,\text{sin.}\,2A$ (Art. 3618.): donc $\text{sin.}\,2z\,(2A - \text{sin.}\,2A) = \text{cos.}\,2z\,(1 - \text{cos.}\,2A)$, & div. par cos. $2z$, tang. $2z = \frac{\text{sinus verse } 2A}{2A - \text{sin.}\,2A}$.

129. Cette expression du double de la distance z de l'astre au zénit du lieu I, ou de l'arc AI, a nécessairement deux valeurs, dont l'une est le supplément de l'autre; ainsi l'arc z a deux valeurs qui font ensemble 90°. Donc si la haute ou basse mer arrive à une distance de 40° du méridien A du côté de l'orient, la basse ou haute mer pour le même lieu de la terre arrivera du côté du couchant à 50° du méridien, c'est-à-dire, comme s'exprime M. Bernoulli (p. 179.) que l'arc horaire compris entre la haute & la basse mer est toujours de 90 degrés.

130. Si l'étendue A de la petite mer IK étoit de 90°, on auroit le sinus de AI égal au cosinus de AK, ou $\sqrt{1-nn} = s$; & substituant cette valeur dans $2\,A\,n\sqrt{1-nn} - nn + ss = 0$; $2\,A\,n\sqrt{1-nn} = 2nn - 1$; $4\,A^2n^2 - 4A^2n^4 = 4n^4 - 4n^2 + 1$; $n^4(A^2+1) - n^2(A^2+1) = -\frac{1}{4}$; $n^4 - n^2 = \frac{1}{4(A^2+1)}$; ajoutant $\frac{1}{4}$ de chaque côté & tirant la racine, $n^2 = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{1}{4(A^2+1)}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}A\sqrt{\frac{1}{A^2+1}}$; donc $n = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{A}{2\sqrt{A^2+1}}}$.

La valeur de l'arc A qui eſt de 90°, étant exprimée en parties du rayon, eſt égale à 1,570796; d'où il eſt aiſé de conclure que la valeur de n eſt 0,96010, c'eſt le coſinus de 16° 14′ 20″ ou 1 h. 5′ de temps. Ainſi dans une mer qui auroit 90° d'étendue en longitude, le flux arriveroit 1 h. 5′ plus tard que ſi toute la terre étoit inondée.

On trouveroit pour ce cas-là 0,844 m pour la hauteur de la marée.

131. Si l'étendue A de la mer eſt un arc très-petit, on trouvera $n = \sqrt{\frac{1}{2}}$, & $FI = \frac{Am}{2}$. Pour le démontrer, nous allons chercher la valeur de NO, en ſuppoſant que l'arc IK eſt égal à ſa corde. Ayant tiré la tangente ITR, on a le ſinus verſe KT de l'arc IK égal à $\frac{A^2}{2}$. A cauſe des triangles ſemblables ICN, RTK, nous aurons $\sqrt{1-nn} : n :: \frac{A^2}{2} : TR = \frac{A^2 n}{2\sqrt{1-nn}}$, & $IR = A + \frac{A^2 n}{2\sqrt{1-nn}}$. Par les triangles RIX & ICN, nous aurons $1 : \sqrt{1-nn} :: A + \frac{A^2 n}{2\sqrt{1-nn}} : IX$ ou $NO, = A\sqrt{1-nn} + \frac{1}{2} n A^2$. Donc CO ou $s = n - A\sqrt{1-nn} - \frac{1}{2} n A^2$, $s^2 = n^2 - 2An\sqrt{1-nn} + A^2(1-nn) - n^2 A^2$, ou $1 - n^2 + 2An\sqrt{1-nn} = A^2(1-2n^2)$; mais le premier membre eſt égal à zéro, comme on l'a vu ci-deſſus (art 128.) : donc $A^2(1-2n^2) = 0$, $1 = 2n^2$, $n = \sqrt{\frac{1}{2}}$, ce qui répond à un arc AI de 45°.

On ſubſtituera cette valeur de n dans celle de s^2, elle deviendra $\frac{1}{2} - A$; donc $1 - s^2 = \frac{1}{2} + A$, $s\sqrt{1-ss} = \sqrt{\frac{1}{4} - A^2}$, & réduiſant cette quantité en ſérie, les deux premiers termes ſeront $\frac{1}{2} - A^2$: ſubſtituant cette valeur dans celle de FI (art. 127.), la plupart des termes ſe détruiſent, & il ne reſte que $\frac{Am}{2}$, au lieu de Am que trouve M. Bernoulli (p. 181.).

Delà on peut conclure les propriétés des marées dans les petites mers, comme KI, ainſi que les énonce M. Bernoulli (p. 178.).

1°. La haute mer a lieu vers une extrêmité I, dans le même temps que la baſſe mer s'obſerve à l'autre extrêmité K.

2°. La marée eſt la plus forte aux extrêmités orientales & occidentales : elle eſt nulle dans le milieu V.

3°. La pleine mer n'arrive pas quand l'aſtre eſt au méridien, comme dans une mer ouverte, ni quand il eſt à l'horizon, mais vers le milieu de l'intervalle, ou à 45 d. ſi la mer a peu d'étendue en longitude, c'eſt-à-dire, quand l'aſtre eſt à 3 h. du méridien.

4°. La marée eſt proportionnelle à l'étendue de la mer d'orient en occident.

132. La Mer Caspienne n'a que dix degrés d'étendue en longitude, un arc de 10° eſt la ſixieme partie du rayon du cercle à peu près; ainſi les marées y doivent être 12 fois plus petites que dans la mer libre; car $\frac{Am}{2} = \frac{m}{12}$ dans ce cas-là. Mais la mer Caſpienne étant ſituée vers 45° de latitude, les marées y ſeroient déja moindres de moitié que ſous l'Equateur & dans la grande Mer; ainſi ſuppoſant 3 pieds pour les grandes marées de la mer Pacifique, ou pour la valeur de m, & 18 pouces à la latitude de 45°, $\frac{Am}{2} = 1\frac{1}{2}$. Donc il n'y auroit plus que 18 lignes de marée dans la mer Caſpienne. M. Bernoulli trouvoit 8 pouces, parce qu'il ſuppoſoit 8 pieds dans la mer Pacifique, & qu'il employoit Am au lieu de $\frac{Am}{2}$ (p. 182.)

133. L'on pourroit, par la même méthode, déterminer les marées d'une mer étroite dont la longueur ſeroit du nord au ſud. Si cette mer faiſoit tout le tour d'un méridien, la lune éleveroit les eaux à ſon paſſage au méridien autant que ſur une ſphere entiere; mais 6 heures après, les eaux reprendroient leur niveau naturel : ainſi la marée totale ne paroîtroit que les deux tiers de ce qu'elle doit être ſur le globe.

Si cette mer n'occupoit qu'une petite partie du méridien, les eaux s'inclinant parallelement au ſphéroïde primitif, la marée ſeroit proportionnelle à l'étendue de la mer en latitude, & elle ſeroit la plus grande à 45° de l'aſtre du ſud au nord, & au paſſage de l'aſtre par le méridien. Six heures après, les eaux reprendroient leur niveau. Nous n'inſiſterons pas davantage ſur ce cas-là, parce

qu'il n'y a pas sur notre globe terrestre de mer qui soit dans une semblable position. Il nous suffit d'ailleurs d'avoir montré que la marée doit être insensible dans les petites mers, soit en longitude, soit en latitude.

Marées dans la Méditerranée.

134. La Mer Méditerranée, malgré la communication qu'elle a par le détroit de Gibraltar avec l'Océan, doit être regardée comme une mer isolée, à cause de la lenteur du mouvement des eaux, & de la difficulté qu'elles trouvent à entrer & à sortir; voilà pourquoi les marées y sont peu sensibles. Plusieurs Auteurs ont pensé qu'elles étoient moindres que l'effet des vents, & qu'il n'y avoit de sensible que celui-ci.

« Il est certain, dit le P. Feuillée, que le flux & le » reflux que nous observons dans la Méditerranée, n'ont » pas d'autre cause que les vents; puisqu'on remarque que » dans cette mer, les eaux sont pleines dans la saison des » vents d'Ouest & de Sud-Ouest, parce qu'ils poussent » alors les eaux du grand Océan, & les font entrer par » le détroit de Gibraltar dans la mer Méditerranée, d'où » elles ne sortent qu'après la cessation de ces vents, ou » lorsque quelques vents opposés venant à souffler, obli- » gent ces eaux à rentrer dans l'Océan ». (*Feuillée, Journal, &c. Paris*, 1714, pag. 579.)

Dans les Mémoires rédigés à l'Observatoire de Marseille pour 1755, (seconde Partie, p. 165), on trouve plusieurs observations des hauteurs de l'eau dans le Port de Marseille, faites en 1753 & 1754, par lesquelles il sembloit qu'en général, l'eau étoit plus élevée quand la lune étoit à l'horizon que quand elle étoit au méridien; mais la différence n'étoit que de quelques pouces, & le P. Pézenas n'osoit entreprendre de décider s'il y avoit réellement une marée à Marseille. » On y trouve à la » vérité, dit-il, plusieurs raisons, de croire que le flux » & le reflux se font sentir jusques dans notre Port, » mais ces mêmes observations nous fournissent aussi » quelques indices du contraire; ç'en est assez pour nous » faire suspendre notre jugement jusqu'à ce que nous ayons » rassemblé des preuves plus décisives; elles ne seront

» telles que lorſque le nombre des obſervations qui tendent à établir le flux & le reflux, ſera incomparablement ſupérieur à celui des obſervations qui ſemblent contrarier les premières ».

135. M. le Chevalier d'Angos, Officier au Régiment de Navarre, excellent obſervateur, s'étant trouvé à Toulon, m'écrivoit d'abord en 1776, qu'il étoit très-difficile d'y ſéparer l'effet des marées d'avec les variations que les vents produiſent ſur la hauteur de la mer. Mais ayant fait en 1777 & en 1778 des obſervations exactes & ſuivies, M. d'Angos a reconnu que dans les temps calmes les loix des marées s'y obſervent diſtinctement, & que la mer monte d'environ un pied, 3^h ou $3^h \frac{1}{2}$ après le paſſage de la lune au méridien. Voici 280 obſervations qu'il m'a communiquées, & qui ont exigé bien des ſoins.

Parmi ces obſervations, il y en a environ la moitié qui ſont marquées d'une H, cela veut dire haute mer; les autres ſont marquées d'un B. Les diſtances ſont priſes du niveau de la mer à un point fixe, reconnu ſur le revêtement du Quai de Toulon, à l'endroit du Port, qui eſt à-peu-près en face de l'Hôtel-de-Ville. Les eaux n'étoient éloignées de ce point que de deux pieds environ, dans la pleine mer, & de trois pieds dans la baſſe mer. Les diſtances extrêmes ſont pour la haute mer 1 pied 5 pouces, & pour la baſſe mer 4 pieds 0; enſorte que la mer a varié de 2 pieds 7 pouces dans le cours de ces obſervations; ſans parler des cas extraordinaires que l'on ne rapporte point ici, comme ne pouvant appartenir aux marées luniſolaires.

Malgré tous les ſoins que M. d'Angos a pris pour faire ces obſervations, il ne croit pas qu'on puiſſe y eſpérer une préciſion plus grande que celle d'une demi-heure pour le temps de la haute mer ou de la baſſe mer; & cela eſt bien naturel, vu la petiteſſe & la lenteur de ce mouvement.

Pour mieux juger des obſervations qu'il alloit raſſembler, M. le Chevalier d'Angos prit la réſolution de ne

point s'occuper en les faiſant, de la loi qu'elles pouvoient ſuivre ; de ne point penſer à la poſition du ciel, ni même aux obſervations précédentes : par-là il ſe trouvoit exempt de toute eſpece de préjugé. C'eſt ainſi que l'on devroit faire les obſervations toutes les fois que l'on ſe propoſe de décider une queſtion encore douteuſe.

On trouve au bas des obſervations de chaque mois l'état de la mer & la direction des vents, pour les jours où l'on n'a pu faire d'obſervations ſatisfaiſantes.

Il y a quelques obſervations marquées :: comme le 4 Août 1777 ; c'eſt lorſque la mer, après avoir paru atteindre ſa plus grande hauteur, & déja baiſſée de quelque choſe, remontoit tout-à-coup pendant quelque temps, & reprenoit enſuite ſon premier mouvement, de ſorte qu'il reſtoit du doute ſur le véritable temps de la haute mer, ou de la baſſe mer.

D'autres ſont marquées incertaines ; c'eſt lorſqu'il a été impoſſible de s'aſſurer d'une obſervation, à cauſe des alternatives d'accroiſſement & de diminution, ou par d'autres raiſons.

On remarquera aiſément que ſi l'on ſe permettoit de faire au temps des obſervations, les petites corrections qui ſeroient permiſes à raiſon de la difficulté qui s'oppoſe à la préciſion, on en trouveroit la plus grande partie très-bien d'accord.

L'effet total des marées étant ſi petit & ſi troublé par les changemens des vents, on ſent aſſez qu'il eſt difficile d'y bien diſtinguer les marées des ſyzygies, d'avec les marées des quadratures ; on peut donc ſe contenter d'avoir la quantité de la marée moyenne, & pour cela prendre un milieu entre les cent-quarante-un nombres de la haute mer, ce qui donnera 3 pouces & $\frac{1}{10}$ & le milieu entre ceux de la baſſe mer, qui donnera 2 $\frac{1}{10}$, enſorte que la marée moyenne eſt d'un pied, & la hauteur moyenne de l'eau répond à 2 pieds & 7 pouces de l'échelle des obſervations.

On trouvera ci-après la comparaiſon détaillée des heures & des hauteurs de ces différentes marées.

Observations des marées de la mer Méditerranée, faites à Toulon en 1777, & 1778.

Par M. le Chevalier D'ANGOS.

Date des observations. 1777.	Mer haute ou basse.	Heures du matin.	Distances au Point fixe.	Vent.	Mer haute ou basse.	Heures du soir.	Distances au Point fixe.	Vent.
Janvier 1	H	8h 30′	2pi. 3p.	S. O	B	2h 45′	3pi. 0p.	S. O
2	H	8 30	2 3	S. O	Mer très-haute sans variation, vent S.O violent			
6	B	7	3 2	O	H	0	2 6	O
7	B	7	3 0	N.E	H	1	2 2	E
8	B	7 30	2 10	N.E	H	2 15	2 0	N.E
9	B	9	3 0	N.E	H	3 15	2 3	N.E
14	H	7 15	2 0	N.E	B	1 15	3 2	N.E
15	H	8 30	2 0	N.E	B	4 30	3 4	N.E
17	H	8 0	2 0	N.E	La mer se tient à cette hauteur le reste du jour			
29	H	7 30	2 3	S. O	B	2 0	3 0	S. O
30	H	8 0	2 0	S. O	B	2 0	3 3	S. O
31	H	8 45	2 6	S. O	B	3 30	3 1	S. O
Févr. 6	Incertain.				H	1 15	2 6	E
7	B	8 0	3 1	E	H	2 15	2 2	E
8	B	9 30	3 0	E	H	3 30	2 1	E
13	B	11 45	3 0	N.O	Incertain.			
Mars 2	H	8 0	2 2	E	B	3 15	3 1	E
3	H	9 45	2 0	E	B	4 0	3 0	N.O
4	H	10 0	2 4	E	B	5 0	3 0	S. E
19	H	11 0	2 2	E	} Incertain.			
20	H	11 0	2 2	E				
28	H	6 30	2 3	E	B	1 30	3 3	E
30	H	8 15	2 0	E	B	2 0	3 1	E
31	H	9 0	2 5	E	Incertain.			

Janv. Du 2 à midi jusqu'au 6, la mer fort haute sans variation sensible; vent S. O. très-violent. Du 9 au 14, la mer fort agitée sans variation sensible; vent E. Le 16 *idem*; vent N. E. Du 18 au 29 *idem*; vent S. O. violent.

Févr. Le 1 mer très-agitée sans variation sensible; vent O très-violent. Du 2 au 6 *idem*; vent N. O. très-violent. Le 9 mer calme sans variation sensible; vent S. & S. E. Le 10 *idem*; vent S. & S. O. Les 11 & 12 *idem*; vent N. O. Le 14 mer très-haute sans variation sensible, vent N. O. très-violent. Les 15 & 16 mer fort basse sans variation sensible; vent E. Du 17 au 20 mer agitée sans variation sensible; vent N. O. Du 20 au 28 la mer assez basse, sans variation sensible; vent E.

Mars. Le 1 mer calme sans variation, vent E. Du 5 au 18 nulle variation sensible. Le 5 & 6 vent E. Du 7 au 10 mer fort haute, fort agitée; vent O violent. Les 11 & 12 *idem*; vent E. violent. Le 13 vent S. E. Les 14 & 15 vent N. O. Le 16 vent E. Les 17 & 18 la mer fort agitée; vent N. O. violent. Les 21 & 22 nulle variation sensible, la mer basse; vent N. O. très-violent. Les 23 & 24 nulle variation sensible; vent N. O. Du 25 au 27 *idem*, vent E. violent. Le 29 *idem*, vent E.

Avril

Date des Observations 1777.		Mer haute ou baſſe.	Heures du matin.	Diſtances au Point fixe.		Vent.	Mer haute ou baſſe.	Heures du ſoir.	Diſtances au Point fixe.		Vent.
Avril	4	B	6h 15′	3pi.	1p.	N.O	H	1h 30′	2pi.	0p.	N.O
	5	B	6 30	3	2	N	Incertain, mer très-haute, vent E violent.				
	6	Incertain, vent N. O.					H	2 30	2	2	N.O
	15	H	10 0	2	2	N.O	B	4 30	3	2	N.O
	16	H	10 30	2	3	N.O	B	4 30	3	0	N.O
	23	B	9 30	3	2	E	H	4 0	2	5	E
	24	B	10 0	3	0	E	Incertain				N.O
	25	B	10 0	3	0	N.O	Incertain				
	26	B	11 15	3	0	E	H	6 45	2	0	E
	30	H	9 0	2	2	E	B	4 0	2	11	E
Mai	1	H	10 0	2	2	E	B	4 30	3	0	E
	2	H	11 0	2	3	O	B	5 30	2	11	S. O
	3	H	11 30	2	1	E	B	6 15	3	0	E
	4	B	5 30	2	11	E	H	0 30	2	0	E
							B	7 0	3	0	N.O
	7	B	8 45	3	1	S. E	H	3 0	2	0	S. O
	8	B	8 30	3	0	O	H	3 30	1	11	O
	10	B	9 45	3	0	S. O	H	4 30	2	1	S. O
	16	H	10 30	2	2	O	B	5 0	3	1	O
	29	H	9 0	2	0	E	B	3 30	3	1	E
	30	H	9 0	2	0	E	B	4 15	3	0	E
	31	H	10 45	2	1	E	Incertain				E
Juin	1	B	5 30	3	1	E	H	0 0	2	2	E
							B	6 30	3	1	E
	2	B	5 45	3	0	E	H	0 30	2	1	N
							B	7 30	2	11	E
	5	B	8 15	2	10	E	Incertain				E
	6	B	8 45	2	11	E	Incertain				O
	11	H	8 0	2	3	O	Incertain, mer agitée N. O violent				
	12	H	8 45	2	1	S	B	3 30	3	2	S. E
	17	B	5 15	3	1	E	H	0 30	2	1	S. O
							B	6 30	2	11	O
	26	H	8 0	2	0	S. O	B	3 0	3	1	E
	27	H	8 0	2	1	E	Incertain				S.

Avril. Du 1 au 4 nulle variation ſenſible ; vent E. Du 7 au 14 *idem*. Les 17 & 18 incertain ; vent E. Du 19 au 21 *idem* ; vent N. O. Le 22 nulle variation ſenſible, mer agitée, vent E. Du 27 au 29 nulle variation ſenſible ; vent E.

Mai. Les 5 & 6 nulle variation ſenſible ; vent N. O. très-violent. Le 9 incertain ; vent S. & S. E. Du 11 au 15 nulle variation ſenſible, la mer fort agitée ; vent N. O. très-violent. Le 17 nulle variation ſenſible ; vent N. O. Le 18 *idem* ; mer très-agitée ; vent N. O. violent. Du 19 au 24 *idem* ; vent E. violent. Les 25 & 26 *idem*, mer très-haute & très-agitée ; vent O. violent. Le 27 *idem*, mer calme, vent O. Le 28 *idem* ; vent S. E.

Date des Observations. 1777.		Mer haute ou baſſe.	Heures du matin.	Diſtances au Point fixe.		Vent.	Mer haute ou baſſe.	Heures du ſoir.	Diſtances au Point fixe.		Vent.
Juin	28	H	9h 30′	1pi.	11p.	S. O	B	4h 0′	2pi.	10p.	S. O
	29	H	10 30	2	1	S. E	B	4 30	2	10	E
	30	B	5 15	3	1	E	Incertain				S. O
Juillet	4	B	7 0	3	1	E	Incertain				E
	5	Incertain				E	H	3 30	2	1	S. O
	6	B	8 0	3	1	O	H	4 30	2	1	O
	7	B	10 30	3	2	O	Incertain, O. violent.				
	16	B	5 0	3	2	E	H	0 0	2	0	E
							B	7 0	3	0	E
	17	B	5 30	3	0	E	Incertain				E
	22	H	5 15	2	0	E	B	0 15	3	1	E
							H	7 30	2	1	E
	29	H	11 0	1	10	E	B	6 30	3	4	E
	30	H	11 15	2	2	E	Incertain				S
Août	4	B	9 15	3	0	E	H	4 15	2	2	S
	5	B	9 0	3	0	E	H	5 15	2	0	S
	28	B	5 30	2	11	O	Incertain				O
Sept.	4	B	10 15	3	0	E	Incertain				E
	5	Incertain				E	H	6 0	2	0	S. E
	6	B	11 45	3	2	S	H	7 0	2	2	O
	7	H	6 0	2	1	S	Incertain				O
							H	7 30	2	2	O
	18	B	9 15	3	0	O	H	4 0	2	0	S. O
	19	B	11 30	3	6	E	Incertain, mer fort agitée				S. O

Juin. Les 3 & 4 nulle variation ſenſible, vent variable du S. E. au S. O. Du 7 au 9 *idem*, vent variable de l'E. à l'O. Le 10 *idem*, vent O. Du 13 au 15 *idem*, mer fort haute, vent O. violent. Le 16 *idem*, vent S. E. Les 18 & 19 nulle variation ſenſible, vent O. violent. Le 20 *idem*, vent N. O. violent. Du 21 au 25 *idem*, mer fort haute, vent O. violent.

Juillet. Du 1 au 4 nulle variation ſenſible, mer fort agitée; vent N. O. violent. Du 8 au 15 *idem*. Les 8 & 9 vent O. violent, 10 vent S. O, 11 vent O. Le 12 S. O. Le 13 S. Le 14 S. E. Le 15 O. & S. O. Le 18 nulle variation ſenſible; vent E. violent. Le 19 *idem*, mer calme; vent E. & S. E. Le 20 *idem*, mer agitée vent O. violent. Le 21 *idem*, mer calme; vent O. Le 23 nulle variation ſenſible, vent O. & S. Le 24 *idem*, vent O. violent. Le 25 *idem*, mer calme; vent O. Le 26 *idem*, mer fort agitée; vent E. violent. Les 27 & 28 *idem*, mer fort agitée; vent N. O, & O. violent. Le 31 mer calme, ſans variation ſenſible; vent E.

Août. Le 1 nulle variation ſenſible; vent E. violent. Le 2 & 3 *idem*; vent O. violent; la mer très-agitée. Du 6 au 12 la mer calme, & nulle variation ſenſible. Du 6 au 8, le vent O. Le 9, E. Le 10, S. Le 11 & 12, E. Du 14 au 20 la mer agitée ſans variation ſenſible. Le vent O. le 14, le 15, S. Le 16 & 17, O. Du 18 au 20, E. Le 21 mer calme, ſans variation ſenſible; vent E. Le 22 mer très-agitée, ſans variation ſenſible; vent O. Du 23 au 27 mer calme ſans variation ſenſible; vent E. Du 28 au 31 nulle variation ſenſible, mer fort haute & fort agitée. Le vent O. le 28. Le 29, S. Les 30 & 31, O. très-violent.

Date des Observations. 1777.	Mer haute ou basse.	Heures du matin.	Distances au Point fixe.	Vent.	Mer haute ou basse.	Heures du soir.	Distances au Point fixe.	Vent.
Sept. 21	H	7h 0′	2pi. 1p.	E	B	1h 45′	3pi. 0p.	E
22	H	8 0	1 11	E	Incertain			S. E
29	B	7 30	3 2	E	H	2 0	2 0	E
30	B	8 30	3 0	E	Incertain, mer calme			E
Octob. 4	B	11 0	2 11	O	H	5 30	2 1	O
5	B	11 30	3 1	E	Incertain, mer calme			E
7	Incertain, mer calme			E	B	1 30	3 1	E
8	H	7 30	2 0	E	B	2 45	3 0	S
17	Incertain, mer agitée			E	H	4 15	2 0	E
18	B	10 0	3 3	E	H	5 0	2 0	E
Nov. 1	B	9 30	4 0	N.E	H	4 15	2 3	E
5	H	6 30	2 3	E	B	0 30	3 10	E
6	H	7 0	2 2	N.E	B	1 30	3 8	N.E
7	H	8 0	2 2	N.E	B	2 0	3 5	N.E
8	H	8 0	2 0	N.O	B	3 45	3 0	N.O
11	B	6 30	3 0	N.E	H	2 0	2 2	N.E
17	B	10 0	3 1	S. E	H	5 30	2 1	E
18	B	10 0	3 1	N.E	H	5 0	2 1	E
19	B	10 0	3 2	E	Incertain, mer agitée			E
27	B	7 0	3 2	E	Incertain, mer très-calme			E
28	B	7 0	3 0	O	H	1 0	1 11	O
29	B	7 30	3 0	O	H	1 0	2 0	O
30	B	9 15	3 5	E	Incertain, mer calme			E
Déc. 1	B	9 15	3 2	E	Incertain, mer agitée			O
11	B	7 0	3 1	S	H	1 0	2 3	E
12	B	7 30	3 0	O	H	1 0	1 11	O

Septem. Du 1 au 3 nulle variation sensible, mer haute & agitée; vent O. violent. Du 8 au 17 nulle variation sensible, le vent S. Le 8, O. Le 9, E. Les 10 & 11, S. Le 12, E. Les 13 & 14, E. très-violent. Le 15 & le 16, la mer très-agitée. Le 17 la mer très-haute, vent O. Le 20 nulle variation sensible, mer très-agitée; vent O. & S. O. Du 23 au 28 nulle variation sensible. Le 23 la mer fort agitée; vent S. Le 24 vent E. Le 25, S. Le 26 S. E. & S. Le 27, S. & S. O. Le 28, E. & S. O.

Octob. Du 1 au 3 nulle variation sensible, mer très-calme, le vent E. le 1 & le 2. Le 3 la mer fort agitée, le vent O. violent. Le 6 incertain; vent S. E. Le 9 & 10 incertain, mer agitée; vent O. le 9, E. & S. O. le 10. Du 11 au 16 nulle variation sensible, la mer calme; vent E. du 11 au 14. Les 15 & 16 mer agitée; vent S. E. Du 19 au 31 nulle variation sensible. Les 19 & 20 mer agitée; vent N. O. & N. E. Du 21 au 27, mer fort haute & fort agitée; vent N. E. très-violent. Le 28 *idem*; vent S. O. & E. Du 29 au 31, *idem*; vent N. E.

Novemb. Du 2 au 4 nulle variation sensible, la mer agitée; vent E. très-violent. Le 9 & le 10 *idem*; vent N. O, S. O. & O. très-violent. Du 12 au 16, *idem*; vent O. Du 20 au 26, *idem*. Les 20 & 21, vent O. violent. Le 22, N. O. très-violent. Le 23 vent N. O. & S. O. Le 24, O. très-violent. Le 25, O. Le 26, N. O. & N. E.

Date des Observations, 1777.	Mer haute ou baſſe.	Heures du matin.	Diſtances au Point fixe.		Vent.	Mer haute ou baſſe.	Heures du ſoir.	Diſtances au Point fixe.		Vent.
Déc. 13	B	18h 45′	3pi.	2p.	E	Incertain				E
15	B	10 15	3	4	E	H	4h 0′	2pi.	0p.	E
16	B	11 0	3	1	E	H	5 0	2	0	E
18	H	7 0	2	1	O	B	11 30	2	10	O
20	H	8 30	2	0	E	B	13 0	3	3	E
24	H	11 45	2	2	S. E	Incertain, mer agitée				S. E
25	H	midi	2	2	S. E					
30	B	9 30	3	6	E	H	4 0	2	1	E
31	B	10 0	3	4	S. E	H	4 30	2	2	S. E
Janv. 18	H	7 30	1	9	S. O	B	3 0	2	11	S. O
1778. 19	H	8 0	2	0	S	B	12 30	3	2	S. E
20	H	8 0	2	0	E	Incertain				S. O
29	B	9 0	3	0	O	H	4 15	2	2	S
30	B	9 0	3	2	E	H	5 0	2	1	S. E
31	B	11 0	3	1	E	Incertain				E
Févr. 3	H	6 30	2	0	E	B	1 0	3	2	E
12	B	10 15	3	6	O	H	4 30	2	0	S. O
13	B	11 0	3	2	E	H	5 0	2	1	E
14	B	11 0	3	1	E	Incertain, mer agitée				O
22	H	11 30	2	1	S. O	B	6 0	3	0	S. O
23	H	midi	2	0	S. O	Incertain				O
24	B	7 0	3	2	O	H	1 15	1	11	S. O
25	B	7 0	3	2	S. O	H	1 45	2	0	S. O
28	B	10 30	3	6	S. E	H	4 0	1	5	S. O
Mars 1	B	11 15	3	1	S. E	H	5 30	2	2	E
7	H	10 0	2	1	E	B	4 30	2	10	E
8	H	10 15	2	2	E	B	5 30	3	0	E
9	H	11 30	2	1	E	B	6 15	3	2	E
10	Incertain, mer calme				O	H	1 0	2	0	O

Décemb. Le 2 incertain, mer agitée; vent O. Du 3 au 10 nulle variation ſenſible, le 3 mer calme; vent E. & S. E. Le 4 mer agitée, vent S. O. Du 5 au 9, *idem*; vent O. Le 10 *idem*; vent S. O. Le 14 nulle variation ſenſible, la mer agitée; vent E. violent. Le 17, *idem*; vent E. & O. Le 19, *idem*; vent O & E. Du 21 au 23 nulle variation ſenſible, la mer fort agitée. Les 21 & 22 vent O. violent. Le 23, vent S. O. Du 26 au 29 nulle variation ſenſible, la mer agitée. Le 26 & le 27 vent O. violent. Le 28 & le 29 vent N. O.

Janv. Je n'ai pu obſerver les marées des 17 premiers jours de ce mois. Du 21 au 28 nulle variation ſenſible. Le 21 vent S. O. le 22 vent O. très-violent. Le 23 O. Le 24 S. & E. Du 25 au 28 la mer agitée; vent E. violent le 25 & le 26. Le 27 vent E. Le 28 vent S. E, E, & S O.

Févr. Le 1 & le 2 nulle variation ſenſible, mer agitée; vent E. violent. Du 4 au 10, *idem*; vent E. Le 11, *idem*; vent O. & S. O. Du 15 au 21, *idem*; vent O. violent du 15 au 20. Le 21 vent E. & S. O. le 26 & le 27, *idem*; vent S. O. très-violent.

Date des Observations. 1778.	Mer haute ou basse.	Heures du matin.	Distances au Point fixe.	Vent.	Mer haute ou basse.	Heures du soir.	Distances au Point fixe.	Vent.
Mars 11	B	8h 0′	3pi. 0p.	O	H	2h 0′	1pi. 6p.	O
12	B	8 30	3 3	E	H	3 0	2 0	E
13	B	9 15	3 2	E	Violent			E
14	B	10 15	3 3	E	Incertain, mer calme			O
15	B	11 0	3 1	E				O
19	H	7 45	2 0	O	Incertain			S. O
20	Incertain			E	B	3 0	3 2	E
29	Incertain			O	H	4 15	2 0	S. E
30	Incertain			E	H	5 0	1 10	E
31	B	11 0	3 4	E	La mer reste tout le jour à cette hauteur			S. E
Avril 1	Incertain			S. E	B	0 30	2 10	E
2	H	6 45	1 10	E	B	1 15	3 4	E
3	H	7 15	2 3	E	B	2 30	3 4	E
4	H	9 0	2 0	E	B	3 30	3 5	E
5	H	10 0	2 1	E	Incertain, mer calme			E
10	B	8 15	3 6	E	H	2 45	1 9	S. O
11	B	9 15	3 6	E	H	3 15	2 2	E
12	B	10 0	3 4	E	H	4 30	2 3	E
13	B	11 0	3 5	E	Incertain, mer agitée			S. O
18	H	8 0	2 0	E	Incertain			N.O
19	H	9 0	2 2	E				
24	Incertain			N.O	H	1 15	1 11	N.O
25	B	7 30	3 1	S. E	H	2 0	2 0	S. E
29	B	11 30	3 4	E	H	6 0	2 0	E
30	B	11 30	3 4	E	H	7 0	2 1	E
Mai 5	H	10 30	2 3	E	B	5 15	3 4	E
6	B	6 0	3 1	E	H	0 0	2 0	S. E
10	B	8 30	3 4	E	H	3 0	2 0	E
11	B	9 15	3 2	E	H	3 30	2 0	E
17	H	8 0	2 0	E	B	2 15	2 10	E
18	H	8 45	2 1	E	B	2 0	2 9	E
19	H	9 30	2 0	E	Incertain, mer calme			E

Mars. Du 2 au 6 nulle variation ſenſible, mer agitée. Le 2 & 3 vent E. violent. Le 4 vent E. & O. Le 5 vent E. Le 6 vent E. & N. E. Du 16 au 18 nulle variation ſenſible. Le 16 mer calme; vent E. Le 17 mer agitée; vent E. très-violent. Le 18 *idem*; vent E. Du 21 au 28 nulle variation ſenſible; le 21 vent O; le 22, E. le 23, E. & S. E. le 24 la mer agitée; vent O. très-violent, le 25 *idem*; vent O: le 26 *idem*, O. très-violent, le 27 & le 28 *idem*; vent O.

Avril. Du 6 au 9 nulle variation ſenſible, mer calme; vent E. Du 14 au 17 nulle variation ſenſible, mer agitée; le 14 & le 15 vent S. O. violent; le 16 vent S. O. le 17 vent N. O. Du 20 au 23 la mer conſtamment haute & agitée; vent N. O. Le 26 & le 27 nulle variation ſenſible, mer agitée; vent E. Le 28 *idem*; vent E. & N. O.

Date des Observations. 1778.	Mer haute ou basse.	Heures du matin.	Distances au Point fixe.	Vent.	Mer haute ou basse.	Heures du soir.	Distances au Point fixe.	Vent.
Mai 30	Incertain			O	B::	1h 0′	3Pi. 2P.	S. E
31	H::	7h30′	2Pi. 0P.	E	B	2 45	3 6	E
Juin 1	H	9 0	1 10	E	B	3 45	3 0	E
2	H	10 0	2 2	E	B	4 0	3 2	E
3	H	10 30	2 1	E	B	5 0	3 1	E
6	B	6 45	3 1	E	H::	1 15	1 9	E

Mai. Du 1 au 4 nulle variation sensible, la mer agitée; le vent O. le 1 & le 2, le 3 vent O. & E. le 4 E. violent, le 7 *idem*, mer calme; vent S. E. le 8 *idem*; vent S. O. le 9 *idem*; vent S. O. & E. Du 12 au 16 la mer agitée sans variation sensible, le vent O. le 12, E. du 13 au 15, le 16 E. & N. O. Du 20 au 29 nulle variation sensible. Du 20 au 25 la mer calme, vent E. Du 26 au 28 la mer très-agitée, vent O. violent, le 29 *idem*, vent O. violent.

Juin. Le 4 & le 5 nulle variation sensible, la mer calme, le vent E.

Dans ces dix-huit mois d'Observations, il y a cent quatorze jours où l'on a vu clairement dans l'espace de six heures, plus ou moins, la mer s'élever & s'abaisser, & la quantité moyenne est d'environ un pied. Mais pour qu'on puisse voir facilement les changemens réglés de chaque jour & leurs inégalités, je vais donner ici la Table des heures de la haute mer, comparées avec les passages de la lune au méridien, au-dessus ou au-dessous de l'horizon, qui ont précédé la haute mer, tirés du Nautical almanac; la différence qui est à la suite du passage, fait voir l'heure du port ou l'établissement pour Toulon, en négligeant l'effet du soleil sur l'heure de la marée (art. 72), qui d'ailleurs se trouve nécessairement compensé par le grand nombre des Observations. J'ai rejetté les Observations qui s'écartoient de demi-heure ou trois quarts d'heure, & qui sont marquées; j'ai pris le milieu entre cent vingt Observations, & il m'a donné trois heures treize minutes. Il faut ôter une minute des passages par le méridien, parce que la lune passe une minute plutôt à Toulon qu'à Greenwich (Astron. art. 1003) & l'on a 3h 14′ pour l'heure ou l'établissement du port à Toulon.

1777.	Heure de la haute mer.	Passage de la lune au méridien.	Différence ou heure du Port.	1777.	Heure de la haute mer.	Passage de la lune au méridien.	Différence ou heure du Port.
Janv. 1	8h30′ma.	5h34′	2h56′	Janv. 6	0 0′soir	9h11′	2h49′
2	8 30 ma.	6 15	2 15	7	1 0 soir	10 1	2 59

1777.	Heure de la haute mer.	Passage de la lune au Mérid.	Différence ou heure du Port.	1777.	Heure de la haute mer.	Passage de la lune au Mérid.	Différence ou heure du Port.
Janv. 8	2h 15' soir	10h 55'	3h 20'	Juin 17	0h 30' soir	9h 11'	3h 19'
9	3 15 soir	11 51	3 24	26	8 0 ma.	4 22	3 38
14	7 15 ma.	3 57	3 18	27	8 0	5 12	2 48
15	8 30	4 48	3 42	28	9 30	6 2	3 28
17	8 0	6 29	1 31-	29	10 30	6 52	3 38
29	7 30	4 21	3 9	Juil. 5	3 30 soir	0 29	2 59
30	8 0	5 3	2 57	6	4 30	1 25	3 5
31	8 45	5 46	2 59	16	0 0	8 30	3 30
Févr. 6	1 15 soir	10 15	3 0	22	5 15 ma.	1 21	3 54
7	2 15	11 23	2 52	29	11 0	7 23	3 37
8	3 30	0 20	3 10	30	11 15	8 19	2 56
Mars 2	8 0 ma.	5 35	2 25	Août 4	4 15 soir	0 56	3 19
3	9 45	6 24	3 21	5	5 15	1 45	3 30
4	10 0	7 17	2 43	Sept. 5	6 0	2 38	3 22
19	11 0	8 37	2 23	6	7 0	3 20	3 40
20	11 0	9 27	1 23-	18	4 0	1 9	2 51
28	6 30	3 15	3 15	21	7 0 ma.	3 26	3 34
30	8 15	4 51	3 24	22	8 0	4 22	3 38
31	9 0	5 42	3 18	29	2 0 soir	10 36	3 24
Avril 4	1 30 soir	9 22	4 8-	Octo. 4	5 30	2 9	3 21
6	2 30	11 17	3 13	8	7 30 ma.	4 52	2 38
15	10 0 ma.	6 42	3 18	17	4 15 soir	0 49	3 26
16	10 30	7 33	2 57	18	5 0	1 48	3 12
23	4 0 soir	0 36	3 24	Nov. 1	4 15	0 55	3 20
25	6 45	2 6	4 39-	5	6 30 ma.	3 40	2 50
30	9 0 ma.	5 57	3 3	6	7 0	4 31	2 29
Mai 1	10 0	6 51	3 9	7	8 0	5 23	2 37
2	11 0	7 44	3 16	8	8 0	6 14	1 46-
3	11 30	8 37	2 53	11	2 0 soir	8 48	5 12-
4	0 30 soir	9 30	3 0	17	5 30	1 58	3 32
7	3 0	0 15	2 45	18	5 0	3 29	1 31-
8	3 30	1 13	2 27	28	1 0	10 49	2 11-
10	4 30	3 12	1 18-	29	1 0	11 33	1 27-
16	10 30 ma.	7 49	2 41	Déc. 11	1 0	9 13	3 47
29	9 0	5 39	3 21	12	1 0	9 58	3 2
30	9 0	6 30	2 30	15	4 0	0 58	3 2
31	10 45	7 21	3 24	16	5 0	1 59	3 1
Juin 1	0 0 soir	8 12	3 48	18	7 0 ma.	3 25	3 35
2	0 30	9 4	3 26	20	8 30	5 4	3 26
11	8 0 ma.	4 57	3 3	24	11 45	7 52	3 53
12	8 45	5 42	3 3	25	0 0 soir	8 34	3 26

1777.	Heure de la haute mer.	Passage de la lune au Mérid.	Différence ou heure du Port.
Déc. 30	4h 0' soir	0 30'	3h 30'
31	4 30	1 22	3 8
Janv. 18	7 30 ma.	4 13	3 17
1778. 19	8 0	4 55	3 5
20	8 0	5 37	2 23
29	4 15 soir	0 49	3 26
30	5 0	1 40	3 20
Fév. 3	6 30 ma.	4 31	1 59
12	4 30 soir	0 49	3 41
13	5 0 soir	1 37	3 23
22	11 30 ma.	8 0	3 30
23	0 0 soir	8 53	3 7
24	1 15	9 46	3 29
25	1 45	10 39	3 6
28	4 0	1 13	2 47
Mars 1	5 30	2 3	3 27
7	10 0 ma.	7 4	2 56
8	10 15	8 3	2 12
9	11 30	9 1	2 29
10	1 0 soir	9 53	3 7
11	2 0	10 46	3 14
12	3 0	11 35	3 25
19	7 45 ma.	4 22	3 23
29	4 15 soir	0 51	3 24
30	5 0 soir	1 45	3 15

1778.	Heure de la haute mer.	Passage de la lune au Mérid.	Différence ou heure du Port.
Avril 2	6h 45' ma.	4h 7'	2h 38'
3	7 15	5 6	2 9
4	9 0	6 6	2 54
5	10 0	7 4	2 56
10	2 45 soir	11 9	3 36
11	3 15	11 52	3 23
12	4 30	0 36	3 54
18	8 0 ma.	4 49	3 11
19	9 0 ma.	5 40	3 20
24	1 15 soir	9 53	3 22
25	2 0	10 44	3 16
29	6 0	2 30	3 30
30	7 0	3 32	3 28
Mai 5	10 30 ma.	7 43	2 47
6	0 0 soir	8 30	3 30
10	3 0	11 20	3 40
11	3 30	0 4	3 26
17	8 0 ma.	4 28	3 32
18	8 45	5 18	3 27
19	9 30	6 7	3 23
31	7 30	4 40	2 50
Juin 1	9 0	5 38	3 22
2	10 0	6 26	3 34
3	10 30	7 11	3 19
6	1 15 soir	9 17	3 58

On voit dans cette Table une quinzaine d'Obſervations qui s'écartent de la quantité moyenne, ou de $3^h\ 13'$; mais on trouve ici les Obſervations telles qu'elles ont été faites, & en les examinant, on voit que ſouvent l'erreur ſur l'heure d'une marée peut être indiquée & corrigée par l'heure de la marée qui ſuit ou qui précéde. Par exemple, dans les premieres Obſervations, la haute mer du 1 Janvier 1777 eſt arrivée $2^h\ 56'$ après le paſſage de la lune au méridien; la baſſe mer $6^h\ \frac{1}{4}$ après la haute mer; l'Obſervation du 2 a viſiblement anticipé; mais il faut ſe ſouvenir qu'on ne peut répondre du temps, qu'à une demi-heure, haut ou bas. Les hautes marées du 6 au 9 s'accordent bien, & ſont environ 3^h après le paſſage de la lune; les baſſes mers moins bien,

excepté

excepté celle du 9 qui paroît bonne; mais si l'on suppose que celle du 6 qui est marquée à 7^h ait pu être retardée par la grande agitation de la mer les jours précédens, & qu'elle fut arrivée à 6^h sans cette cause, alors l'erreur qu'il y aura sur les deux suivantes rentrera dans les limites que l'Auteur s'est réservées.

La correspondance des marées avec le mouvement de la lune, paroît sur-tout quand on prend de grands intervalles. Par ex. depuis le 17 Janvier 1777, la mer ayant été très-agitée 11 jours de suite par un vent violent, on retrouve encore le 29 la haute mer vers $3^h \frac{1}{2}$ après le passage de la lune; les deux hautes mers suivantes sont bien, & les basses mers du 29 & du 31 prouvent que celle du 30 marquée à 2^h est un peu anticipée.

Dans les mois de Juin, Juillet, Août, il y a des jours où M. d'Angos a eu trois Observations par des vents tantôt constans, tantôt variables : les intervalles s'accordent encore; on ne sauroit donc attribuer à ces vents un effet aussi réglé, & qui a lieu dans tous les mois de l'année, par tous les vents, & la mer étant calme ou agitée, comme il paroît par la suite de ces Observations.

La hauteur de la marée à Toulon, est sujette à des variations semblables à celles de l'heure où elle arrive. Voici une Table des cent quatorze jours où l'on est parvenu à bien observer la haute mer & la basse mer, y compris ceux où l'on a observé trois fois le même jour. J'y ai ajouté les phases de la lune, pour qu'on puisse examiner avec moi le rapport qu'elles ont avec les élévations de la marée.

1777.	pieds. pouc.	Phases.	1777.	Pieds. pouc.	Phases.
Janvier 1	0 9	D. Q.	Fév. 7	0 11	N. L.
6	0 8		8	0 11	
7	0 8		Mars 2	0 11	D. Q.
8	0 10		3	1 0	
9	0 9	N. L.	4	0 8	
14	0 8		28	1 0	
15	0 8	P. Q. le 16.	30	1 1	D. Q. le 31.
29	0 9		Avril 4	1 1	
30	1 0		15	1 0	P. Q. le 14.
31	0 7	D. Q.	16	0 9	

1777.	Pieds.	pouc.	Phases.
Avril 23	0	9	P. L. le 22.
26	1	0	
30	0	9	D. Q.
Mai 1	0	10	
2	0	8	
3	0	11	
4	0	11	
	1	0	
7	0	11	N. L. le 7.
8	1	1	
10	0	11	
16	0	11	P. Q. le 14.
29	1	1	D. Q.
30	1	0	
Juin 1	0	11	
	0	11	
2	0	11	
	0	10	N. L. le 5.
12	1	1	P. Q.
17	1	0	
	0	10	
26	1	1	P. L. le 21.
28	0	11	D. Q.
29	0	9	
Juillet 6	1	0	N. L. le 5.
16	1	0	P. Q. le 12.
	1	0	P. L. le 20.
22	1	1	
	1	0	D. Q. le 27.
29	1	6-	
Août 4	0	10	N. L. le 3 Août
5	1	0	
Sept. 6	1	0	P. Q. le 10.
18	1	0	P. L. le 17.
21	0	11	D. Q. le 23.
29	1	2	
Octob. 4	0	10	N. L. le 1 Oct.
8	1	0	P. Q. le 9.
18	1	3	P. L. le 16.
Nov. 1	1	9-	N. L. le 31 Oct.
5	1	7-	
6	1	6-	

1777.	Pieds.	pouc.	Phases.
Nov. 7	1	3	
8	1	0	P. Q. le 8.
11	0	10	
17	1	0	P. L. le 15.
18	1	0	
28	1	1	
29	1	0	N. L. le 30.
Déc. 11	0	10	P. Q. le 8 Déc.
12	1	1	
15	1	4-	P. L. le 14.
16	1	1	
18	0	9	
20	1	3	D. Q. le 21.
30	1	5-	
31	1	2	N. L. le 30.
1778. J. 18	1	2	
19	1	2	D. Q. le 20
29	0	10	N. L. le 28.
30	1	1	
Fév. 3	1	2	P. Q.
12	1	6-	P. L. le 11.
13	1	1	D. Q. le 19.
22	0	11	
24	1	3	
25	1	2	
28	2	1-	N. L. le 27.
Mars 1	0	11	
7	0	9	P. Q. le 6.
8	0	10	
9	1	1	
11	1	6-	
12	1	3	P. L. le 13.
Avril 2	1	6-	P. Q. le 4.
3	1	1	
4	1	5-	
10	1	9-	
11	1	4-	P. L.
12	1	1	
25	1	1	N. L. le 27.
29	1	4-	
30	1	3	
Mai 5	1	1	P. Q. le 3.

1778.		Pieds. pouc.		Phaſes.	1778.		Pieds. pouc.		Phaſes.
Mai	1	1	1		Mai	31	1	6	N. L. le 26.
	10	1	4		Juin	1	1	2	
	11	1	2	P. L. le 11.		2	1	0	P. Q.
	17	0	10			3	1	0	
	18	0	8	D. Q. le 19.		6	1	4	P. L. le 10.

J'ai marqué dans cette Table les 17 jours où la marée a été de plus de 15 pouces, parce que je les regarde comme des marées extraordinaires produites par les vents.

La plus forte de toutes eſt celle de 25 pouces, qui eut lieu le 28 Février 1778, par un vent de S. O, qui doit élever les eaux en pouſſant la mer ſur Toulon ; auſſi la mer monta juſqu'au point de l'échelle marqué 1 pied 5 pouces, tandis que la hauteur moyenne eſt à 2 pieds 7 pouces ; ainſi elle ſurpaſſa de 14 pouces le terme moyen, & ne deſcendit que de 11 pouces au-deſſous, ce qui annonce une force particuliere, qui tendoit à faire monter les eaux. Au contraire dans la marée du 1 Novembre 1777, qui fut de 21 pouces, par un vent d'Eſt, c'eſt la deſcente qui fut extraordinaire, les eaux allerent juſqu'au point de l'échelle marqué 4 pieds, ou 17 pouces plus bas que le terme moyen, & ne monterent que de 4 pouces au-deſſus de ce terme moyen, parce que le vent d'Eſt éloigne la mer des côtes de Toulon. Cette marée de 21 pouces eſt après celle de 25, la plus forte qui ait été obſervée.

Le 11 Mars 1778, par un vent d'Oueſt, la mer monta juſqu'à 1 pied 6 pouces, ou 11 pouces au-deſſus du terme moyen, ce qui fit une marée de 18 pouces.

Le 4 Avril, par un vent d'Eſt, la mer baiſſa juſqu'à 3 pieds 5 pouces, ou 10 pouces au-deſſous du terme moyen.

Le 10 Avril le vent paſſa de l'Eſt au Sud-Oueſt, enſorte que dans la pleine mer il étoit favorable à l'élévation, & dans la baſſe mer favorable à la deſcente ; auſſi y eut-il encore une marée de 21 pouces.

La plus grande élévation étant de 14 pouces au-deſſus du terme moyen, & la plus grande depreſſion de 17, on a 31 pouc. ou 2 pieds 7 pou. pour la plus grande différence,

de hauteur qui ait eu lieu pendant dix-huit mois, du moins dans les temps où la hauteur a pu s'obſerver paſſablement bien ; mais cette différence de 2 pieds 7 pouces, n'a jamais eu lieu dans une ſeule marée, on ne l'a trouvée qu'une fois de 2 pieds 1 pouce le 28 Février 1778, encore étoit-ce par un vent de S. O. qui ſans doute avoit pris ſa force dans l'intervalle qu'il y eut de la baſſe mer du matin à la haute mer du ſoir ; ces cas-là ſont rares ; ordinairement le vent tient la mer haute ou baſſe pendant toute la journée, & pendant ce temps la marée fait augmenter ordinairement cette mer, ainſi déplacée par le vent, comme ſi elle étoit dans ſon état naturel (art. 106).

Ces 114 Obſervations des marées, qui toutes ont eu lieu dans l'eſpace de 6 à 7 heures, rendent évident l'effet de la lune. Il eſt impoſſible que dans tous les mois de l'année & toutes les fois que la mer eſt tranquille, on apperçoive une variation de 6 en 6 heures, à la même diſtance de la lune au méridien, ſans que ce ſoit l'effet de la lune ſur les eaux de la Méditerranée. Mais on a de la peine à appercevoir ici la différence entre les ſyzygies & les quadratures, qui eſt ſi ſenſible dans l'Océan. Au mois de Janvier 1777, on ne voit d'abord aucune différence entre le D. Q. & la N. L. & l'on trouve enſuite une marée plus grande à la quadrature ſuivante.

Celle du 2 Mars eſt égale à celle du 7 Février, quoique celle-ci ſoit dans la quadrature & l'autre dans la nouvelle lune. Celle du 23 Avril en pleine lune eſt plus petite que celle du 15 en quadrature, & égale à celle de la quadrature ſuivante.

La nouvelle lune du 7 Mai donne un pouce de moins que le D. Q. du 29.

Le P. Q. du 12 Juin donne un pouce de plus que la nouvelle lune du 6 Juillet.

Le 1 Novembre, après la nouvelle lune, on trouve, à la vérité, 9 pouces de plus que dans les quadratures du 8 Octobre & du 8 Novembre ; mais la marée du 1 Novembre eſt une marée extraordinaire qu'on ne peut attribuer qu'à un vent d'Eſt, qui cauſa un abaiſſement dont il n'y a

point d'autre exemple dans ces Obſervations. On ne peut pas l'attribuer à la proximité de la lune; car elle étoit au contraire dans ſon apogée.

D'ailleurs la différence entre l'apogée & le périgée, eſt bien moindre que celle des ſyzygies aux quadratures ; ſi donc celle-ci ne ſe fait pas remarquer dans ces obſervations, celle des diſtances ne peut pas y être ſenſible.

Aureſte, la différence que produiſent la ſituation de la lune à l'égard du ſoleil, & ſes diſtances à la terre, eſt plus petite que l'effet total de la lune ; par conſéquent ces différences, quoiqu'elles doivent exiſter, ne ſauroient être bien ſenſibles; d'ailleurs elles ſont ſouvent détruites par les cauſes ſecondaires qui ont une ſi grande puiſſance ſur d'auſſi petites marées. Mais chacun pourra diſcuter ces obſervations à loiſir; j'ai toujours cru qu'on verroit ici avec plaiſir la premiere ſuite d'obſervations ſatisfaiſantes qu'on ait faites ſur les marées dans la mer Méditerranée.

136. Dans le détroit de Gibraltar, qui a 10 lieues marines de longueur, & $3\frac{1}{2}$ de largeur entre Tariffe & le Cap de Malabare, il y a comme cinq lizieres. Suivant la carte du détroit, (*Hydrographie françoiſe de Bellin, tom. I, n° 36*, 1761), la marée commence à porter vers l'Eſt à 11^h le jour de la nouvelle lune le long de la côte d'Eſpagne, dans une liſiere qui n'a pas trois quarts de lieue; à 2^h dans la ſeconde; à 1^h dans la quatrieme, & à 10^h dans la cinquieme, qui eſt le long de la côte de Barbarie. Dans le détroit de Gibraltar.

A Cadix, la mer eſt pleine à 2 h. $\frac{1}{2}$, ainſi elle doit commencer à y monter ſenſiblement vers l'Eſt à 10^h, ſi la marée y vient de l'Océan ; il paroît donc que dans cette liſiere d'Eſpagne c'eſt la marée de l'Océan qui ſe fait ſentir, & l'on comprend que la mer ſe gliſſant le long des côtes doit en effet ſe porter vers Gibraltar & Ceuta.

137. M. Bernoulli, en parlant de ces cinq liſieres, (p. 184) dit que le mouvement de celles qui ſont le long des côtes, doit être attribué aux marées de la mer Méditerranée : que les deux parties qui les touchent immédiatement, ont un mouvement qui tient aux marées de l'Océan ; enfin que la partie du milieu dont le mouvement eſt conſtamment vers

l'Eſt, & n'a point de rapport avec la lune, vient du défaut d'équilibre entre les deux mers. Le mouvement vers l'Eſt eſt contraire au mouvement général que l'air & la mer ont vers l'Occident; celui-ci eſt produit par un effet de la rotation de la terre ſur ſon axe, & du retardement que cauſe à la rotation de l'air & de l'eau la matiere ſupérieure, ſuivant M. Bernoulli (Prix de 1751, tom. VII, pag. 8). Mais M. d'Alembert, dans ſes Recherches ſur la cauſe des vents, réfute ce ſentiment, & ſe ſert de la raréfaction de l'air (Voyez *Encyclopédie* aux mots *Aliſé*, *Vent*).

On a ſouvent dit que les eaux de l'Océan entroient dans la Méditerranée, par le détroit de Gibraltar; pour expliquer comment elles en ſortoient enſuite, on a eu recours à un courant inférieur (Phil. tranſ. 1684, n°. 158, p. 564, Abr. II, 289); & un Maître d'équipage l'a éprouvé en plongeant très-avant dans la mer, un ſceau qui faiſoit voir la diminution de la route du vaiſſeau.

238. Le Chevalier Henri More, qui a été 16 ans à Gibraltar, où il commandoit des ouvrages de fortifications, y a fait quelques remarques ſur les marées; elles y montent, dit-il, depuis deux juſqu'à quatre pieds, & régulierement comme ailleurs. Il dit qu'il y a une forte marée qui entre & qui ſort de la baie de Gibraltar, & vient de Cabrita, qui eſt à l'Oueſt, (je crois que c'eſt vers le Cap Carnero) & de la pointe d'Europe, qui la termine à l'Eſt. Ce flot a environ un mille de large ou un peu plus. (*Phil. tranſ.* 1762, *p.* 443). En même temps que la marée ſe répand dans la baie de Gibraltar, le long de l'Europe, on remarque, ſoit du haut du rivage, ſoit de dedans les vaiſſeaux un autre courant dans le large qui a une direction contraire; auſſi les vaiſſeaux qui viennent de Malaga, & vont à l'Oueſt dans l'Océan, s'ils trouvent le flot contraire au-deſſous de l'Europe, jettent l'ancre derriere les hauteurs, & ils attendent la marée qui bientôt les porte à volonté, tandis que ceux qui négligent cette attention ſont expoſés à retourner malgré eux à Malaga, par les vents d'Oueſt. M. More raconte quelques faits dont il a été témoin, & qui prouvent cette diverſité dans le mouvement des eaux du détroit.

Etant en garde ſur la côte d'Europe, M. More vit un chebec Eſpagnol qui venoit de l'Oueſt avec un petit vent, & de temps en temps tomboit dans le calme, vis-à-vis du rocher où il étoit; il le vit avancer, reculer, aller du côté de Barbarie, & revenir juſqu'à ce que vers les 7 heures du ſoir, ſans avoir plus de vent, il retourna avec facilité, & ſe perdit dans le lointain de la Méditerranée.

M. More fut une fois quatre jours à aller du milieu du canal & de la partie occidentale juſqu'à Gibraltar, ce qu'un autre vaiſſeau fit en cinq heures, & cela faute d'avoir été prendre la côte d'Eſpagne (ib. p. 452).

Les marées y ſont telles, qu'en prenant bien ſon temps & choiſiſſant la place, on peut entrer ou ſortir, ſoit que le vent ſoit contraire ou favorable.

139. On obſerve quelque choſe d'analogue entre Porſtmouth & l'Ile de Wight; lorſqu'il y a pleine mer dans le milieu du canal, elle eſt baſſe d'un côté & montante de l'autre, ou lorſqu'il y a haute mer ſur un bord, elle eſt baſſe à l'autre & croiſſante dans le milieu.

140. M. More faiſant voile par un vent d'Eſt, pour paſſer le détroit de Gibraltar & aller à l'Oueſt, le vaiſſeau rencontra une forte marée qui tournoit la pointe de Cabrita, telle que toutes les voiles ne furent pas de trop pour y réſiſter. Cependant prenant la côte d'Eſpagne, tandis que 70 autres navires prirent le milieu, dans l'eſpace d'une heure, la marée changea & le vaiſſeau fit ſon chemin, juſqu'à ce qu'il eut paſſé Tariffa, & fut vis-à-vis de Tanger, où le vent devint contraire; il prit le travers, & trouva la marée de Barbarie, qui porta le vaiſſeau au-delà du Cap, tandis que la flotte retourna à Gibraltar, & attendit pendant trois ſemaines un vent favorable. La reſſource des navigateurs, eſt toujours un fort vent d'Eſt qui les pouſſe hors du détroit, ſans qu'ils s'embarraſſent du courant.

Deux vaiſſeaux étoient dans la baie de Gibraltar, chargés pour Londres: l'un des deux s'étant un peu écarté de l'autre, paſſa le détroit, revint, & trouva ſon compagnon qui attendoit encore dans la baie.

Les barques qui paſſoient tous les jours de Ceuta en

Eſpagne, dans les derniere guerre, montroient aux Anglois avec quelle facilité les Eſpagnols traverſent le détroit, viennent à Tariffa, ou au moins à la baie qui eſt entre Tariffa, 5 lieues à l'Oueſt de Gibraltar, & Cabrita, tandis qu'il étoit auſſi évident que les mêmes barques, lorſqu'elles étoient priſes, & que les Anglois étoient à bord, ne faiſoient rien de ſemblable, parce qu'ils ne prenoient pas leur temps auſſi bien que les Eſpagnols. Mais il ſeroit à ſouhaiter que quelque Officier Eſpagnol nous donnât un détail plus ſatisfaiſant des circonſtances de la marée dans le détroit de Gibraltar, ainſi que des obſervations de marées faites à Cadix, avec ſoin, & pendant un temps aſſez conſidérable.

141. Dans le port de Bouc en Provence, la différence des hautes eaux aux baſſes eaux, eſt de deux pieds & quelques lignes; elle eſt cauſée en partie par les vents; ceux du Sud-Oueſt, par exemple, qui ſont les traverſiers de la côte, élevent les eaux de la mer ſur cette côte; mais on m'aſſure qu'il y a auſſi un flux & un reflux périodique dans le port de Bouc, ce qui produit des courans journaliers qui entrent & qui ſortent; & ils ſe font beaucoup plus ſentir dans le canal, qui paſſant au Martigue, où les eaux ſont reſſerrées, communique dans le vaſte étang de Berre.

142. Pour qu'on puiſſe juger de la difficulté qu'il y a de ſéparer l'effet des marées ſur la Méditerranée de celui des vents & des courans, je joindrai ici un fait qui fit du bruit en 1725, mais qui ſe répete de temps à autre. Dans la continuation des *Mémoires de Littérature & d'Hiſtoire* de M. de Salengre (tom. II, Paris 1726), on trouve le récit d'un mouvement extraordinaire de l'eau dans le port de Marſeille, arrivé le 29 Juin 1725. M. Gerbier, Profeſſeur de Mathématiques, y donne un diſcours de 52 pages à ce ſujet, quoiqu'il convienne que ces ſortes de mouvemens ne ſont pas fort rares; mais cette fois on en parla dans toute la France, peut-être à cauſe de l'accident qu'en éprouva un bâtiment qui étoit dans le port; on avoit déja oublié que le 24 Novembre 1694, le Mole de Caſſis, près de Marſeille, avoit été ruiné, par une élévation de 9 à 10 pieds dans les eaux de la mer.

Le

Le 29 Juin 1725, ſur les 8 heures du ſoir, l'eau du port s'abaiſſa d'abord de maniere à laiſſer voir la vaſe à quelque diſtance de la rive, d'où ſortoit une très-mauvaiſe odeur ; quelques minutes après, il entra dans le baſſin comme un torrent d'eau venant de la rade avec grand bruit, & qui reſſortit bientôt, après avoir démarré ou agité les navires, ſur-tout un pinque chargé de ris, qui fut preſſé entre deux vaiſſeaux, & acheva de ſe rompre contre les piliers de la chaîne. L'eau monta de 5 à 6 pieds, mais tout cela ne dura pas demi-heure.

La mer étoit tranquille alors au milieu de la rade, mais il y avoit un mouvement ſenſible le long du rivage.

On s'apperçut de l'élévation de la mer à la plage d'Aren, aux environs de l'Eſtaque, & de Caſteau-Follet ; de l'autre côté à la pointe de Montredon, au cap de la Croiſette, & à Caſſis où l'eau ſurmonta le Mole. On ne s'en apperçut pas à la Ciotat & à Toulon, à cauſe des caps de l'Aigle & de Sicié qui les couvrent.

Pluſieurs jours avant & après cet évenement, la mer, quoique calme dans le milieu de la rade, faiſoit une eſpece d'ondulation le long de la côte, où il ſe formoit des courans qui portoient vers l'Eſt, ce qui arrive ſouvent quand un vent qui a ſoutenu la mer à une certaine hauteur vient à être croiſé ou contrarié par un vent de terre.

Le vent de S. O. pouſſe les eaux ſur la côte de Provence, le S. E. vers celle du Languedoc ; ſi le vent du S. O. qui ſoutient les eaux à Marſeille vient à paſſer au N. O. l'eau diminue dans le baſſin de 3 à 4 pieds au-deſſous du niveau moyen du quai, ou de 18 pouces au-deſſous de ſon niveau ordinaire ; il ſe fait alors une grande agitation vers les caps & les pointes qui avancent aſſez dans la mer pour réſiſter à ſon cours.

Mais il arrive quelquefois que le S. E. qui vient du large, réfléchi par les côtes du Rouſſillon, qui ſont fort élevées, devient S. O. & que vers le centre du golfe de Lyon, il ſe fait un concours des deux vents ; l'on a vu deux vaiſſeaux arriver l'un ſur l'autre ayant chacun vent arriere, & les marins diſent quelquefois qu'il eſt Ponent

dans le port, tandis qu'en pleine mer on a Sud-Eſt ou Sud-Oueſt.

Ce ſont ces vents réfléchis qui forment des courans particuliers dans différentes directions; ces courans ſont toujours plus ou moins conſidérables, ſelon que le vent régnant force ou foiblit, ſans que l'eau de la rade en ſoit ſenſiblement agitée. Il y a apparence qu'un petit vent de terre paſſager, qui ſe fit ſentir à Marſeille le 29 Juin 1725, détermina quelqu'un de ces courans à porter vers le S. E. ou que le golfe de Lyon étant moins ſoutenu par le S. E. la mer s'affaiſſa & fit une double oſcillation qui remplit le port pendant quelques minutes. Il a pu arriver auſſi que la ſituation E. O. du baſſin étant oblique à l'égard du courant, & abritée par le fort Saint-Jean, l'eau du baſſin ait été d'abord déterminée à ſuivre le courant en s'abaiſſant de 15 à 20 pouces, & ſoit remontée bientôt, parce que le courant donnant contre la roche côtiere juſqu'à la tête de Môre, les eaux s'y ſont élevées de 6 pieds, & ont produit l'élévation dans le baſſin du port de Marſeille.

143. En ſuivant la Méditerranée, on ne voit aucun endroit où l'on ait obſervé les marées, ſi ce n'eſt à Veniſe. On remarque dans le golfe Adriatique un courant qui entre le long des côtes Orientales, & ſort le long des côtes de Veniſe & de Ravenne, comme l'obſerva Montanari dans un Mémoire qui eſt imprimé dans le quatrieme volume du Recueil des Auteurs qui ont écrit ſur le mouvement des eaux, édition de Florence 1768. Ce courant fait trois ou quatre milles par jour. Ce mouvement eſt peut-être une ſuite du mouvement général de la Méditerranée, qui entre par le détroit de Gibraltar, le long de la côte d'Afrique juſqu'en Egypte, & revient par les côtes d'Italie, de France & d'Eſpagne. (Hydrographie de Fournier, Mémoires de l'Acad. 1775).

Au fond du golfe Adriatique, on diſtingue des marées régulieres, comme je l'ai expliqué dans mon *Voyage en Italie, tome VIII, p.* 12, parce que les eaux accumulées & retenues dans un eſpace étroit, y montent aſſez pour que la marée ſoit ſenſible.

144. A Veniſe l'établiſſement du port eſt à $10^{h}\frac{1}{2}$, la hauteur moyenne de la marée eſt de 2 pieds de Veniſe, (ce pied a 10 lignes de plus que le pied de France); dans les ſyzygies, les marées vont juſqu'à 3 pieds ou $3\frac{1}{2}$, & l'on a coutume de les attendre pour faire entrer les gros vaiſſeaux. Il y a des tempêtes où la mer monte juſqu'à 6 pieds. Dans les quadratures, la marée moyenne eſt d'un pied & un tiers, quelquefois elle ne va pas à 3 pouces. M. Toaldo, habile Aſtronome de Padoue, a donné des Tables qui contiennent le réſultat des obſervations faites par M. Temanza, depuis 1751 juſqu'à 1755, & par M. Miotti en 1767. *Novæ Tabulæ Barometri Æſtuſque Maris*, 1763. *Philoſ. Tranſactions* 1777, *p.* 148. Marées à Veniſe.

Quand on s'éloigne de Veniſe, en ſe rapprochant de la Sicile, les marées ſont de plus en plus petites, & l'on ne les diſtingue plus quand on eſt ſorti du golfe Adriatique.

145. M. de Chabert étant occupé en 1766, à déterminer les poſitions de la côte Orientale du royaume de Tunis, apperçut les marées au fond du golfe de Gabès, lat. 34°. long. 28°. & il les avoit déja reconnues avant que d'être dans le Golfe.

« C'eſt-là, dit-il, que j'éprouvai le plus ſenſiblement la » marée, que j'avois déja reconnue depuis les Querquenis; » elle eſt très-réglée dans tout ce Golfe, & diſtincte de » l'effet des vents du large ou de terre qu'on voit dans d'au- » tres golfes de la Méditerranée. Lorſque j'abordai aux iſles » de Pſaila le 13 Août, vers 11 heures & demie du matin, » jour où la lune étoit en quadrature, la mer commençoit » à baiſſer; & quand après mon obſervation je voulus re- » tourner à mon bord, ma chaloupe ſe trouva tout-à-fait » échouée, il fallut attendre le retour du flot. La diffé- » rence de hauteur de l'eau de la haute à la baſſe mer, » fut ce jour-là d'environ trois pieds, mais la hauteur du » rivage en ſable aride, indiquoit que dans les grandes ma- » rées cette différence peut être de cinq pieds ». Sur la côte de Tunis.

La marée ſe fait encore ſentir viſiblement ſur toute la côte, à l'Eſt du golfe de Gabès, & même juſqu'à celle du golfe de la Sidre; mais l'effet en étant moindre, on diſtingue diffici-

lement les temps exacts du flux & du reflux, à cause de l'agitation de la mer par le vent. (*Mém. de l'Ac.* 1767, *p.* 293).

Marées de l'Euripe.

146. L'EURIPE, ou détroit de Negrepont dans l'Archipel de Grece, reçoit aussi, à ce qu'on prétend, le flux de la Méditerranée, mais avec des irrégularités singulieres, dont les anciens ont beaucoup parlé, au point qu'on attribuoit la mort d'Aristote à la difficulté de comprendre ce phénomene (Voyez art. 5).

L'Euripe est un détroit de la mer Ægée, situé à 38° 31′ de latitude, & 41° 39′ de longitude, entre l'île de Negrepont autrefois l'Eubée, & la Livadie autrefois la Bæotie, 28 milles au Nord d'Athenes. Il est si étroit, qu'on y a fait un pont sous lequel une galere a peine à passer.

Tite-Live (mort l'an 21) disoit que, suivant l'opinion générale, l'Euripe avoit sept flux & reflux réglés dans un jour, mais que cette opinion étoit fausse; qu'il couloit tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, comme les vents ou comme les torrens qui tombent des montagnes, & qu'il n'y avoit point de port plus mauvais que celui de Chalcis, à cause de ces courans. *Ex patenti utrinque coactum in angustias mare, ut speciem intuenti primo gemini portus in ora duo versi præbuerit: sed haud facile alia infestior classi statio est, nam & venti ab utriusque terræ prærupta montibus subiti ac procellosi decidunt, & fretum ipsum Euripi non septies die, sicut fama fert, temporibus statis reciprocat, sed temere in modum venti nunc huc nunc illuc, verso mari, velut monte præcipiti devolutus torrens rapitur; ita nec nocte nec die quies navibus datur* (*Liv. lib. XXVIII, cap. VI*).

Strabon (mort l'an 25) en parle différemment dans sa Géographie (L. 9, p. 403, éd. Casaub). *De reciprocatione Euripi sufficiat dixisse id, quod eum septies quavis die ac nocte mutari aiunt. Causa alibi est indaganda.* Il ne faut pas, ce me semble, entendre par là qu'il y ait sept changemens le jour & autant la nuit; car dans le premier livre (pag. 54) il dit que l'Océan change deux fois, & le détroit de Chalcis sept fois, ce qui sert à expliquer l'autre passage, ainsi que celui de Pline, qui renferme la même obscurité.

Dans les Tragédies attribuées à Séneque (mort l'an 65)

il eſt encore parlé des ſept flux. *Euripus undas flectit inſtabilis vagas, ſeptemque curſus flectit, & totidem refert, dum laſſa Titan mergat Oceano juga.*

Pline (qui mourut l'an 79) n'en dit qu'un mot en paſſant: *In pleriſque tamen Æſtuariis propter diſpares ſyderum in quoque tractu exortus diverſi exiſtunt æſtus tempore non ratione diſcordes ſicut in ſyrtibus. Et quorumdam tamen privata natura eſt, velut Tauromitani Euripi ſæpius & in Euboea ſepties die ac nocte reciprocantis.* L. II, c. XCVI vers la fin.

Cependant Pomponius Mela, qui vivoit dans le premier ſiecle, un peu après les deux Auteurs précédens, parle de quatorze flux, ſept le jour & ſept la nuit; ce qui ſe rapproche davantage de l'obſervation qui en a été faite par un Phyſicien du dernier ſiecle (147). *Euripon vocant rapidum mare, & alterno curſu ſepties die ac ſepties nocte fluctibus invicem verſis adeo immodice fluens ut ventos etiam ac plenis velis navigia fruſtretur* (*De ſitu orbis L. II, cap. VII. Mediterranei maris inſulæ*).

Suidas, Ecrivain du dixieme ſiecle, dit que l'Euripe change ſept fois par jour.

147. D'après cette diverſité de témoignages des Anciens, on eſt tenté de croire qu'il n'y a rien de régulier dans les mouvemens de l'Euripe. Mais le Pere Babin, Jéſuite, qui avoit habité deux ans dans le pays, en donna une deſcription circonſtanciée dans une lettre de 1669, rapportée dans les voyages de Spon, tom. 2, p. 193 & ſuiv. dans les Tranſactions Philoſ. de 1671, dans le Dictionnaire Géographique de la Martiniere, au mot Euripe, dans la Collection Acad. tom. I, & dans l'Ouvrage de M. Buc'hoz, intitulé, La Nature conſidérée ſous ſes différens aſpects, T. IV, Juin 1771, Lettre XCVI, pag. 177-191.

Dans chaque mois lunaire, il y a 18 ou 19 jours où le flux eſt réglé; c'eſt depuis le premier de la lune juſqu'au huit incluſivement; depuis le 14 juſqu'au 19, & depuis le 27 juſqu'au 29; mais il eſt déréglé du 9 au 13, & du 20 au 26 incluſivement.

148. Lorſqu'il eſt réglé, on y obſerve deux marées comme dans l'Océan; l'eau monte pendant ſix heures, &

retarde chaque jour d'environ une heure, en hiver comme en été, ſoit qu'il y ait du vent ou du calme ; la hauteur de cette marée n'eſt que d'un pied, rarement de deux.

Le flot porte vers les îles de l'Archipel au Midi, où la mer eſt plus grande, & le Juſan coule vers la Theſſalie, par un golfe & un autre détroit vers les Thermopyles. Les Galeres en profitent pour aller à Theſſalonique & du côté de Conſtantinople.

149. Lorſque l'Euripe eſt déréglé, le flux s'y obſerve, 11, 12, 13, & même 14 fois par jour, & le reflux autant de fois.

Le P. Babin demeura une fois une heure & demie au moulin qui eſt ſous le château de Negrepont, autrefois Chalcis, & quoique le vent fut aſſez fort, il vit changer trois fois le cours de l'eau; il remarqua ſouvent la même choſe étant dans le port ſur des vaiſſeaux ou ſur des barques de France, où il demeuroit autant de temps qu'il le falloit pour obſerver ces mouvemens. La même choſe lui fut aſſurée par des Turcs & des Grecs, qui ont ſoin de deux moulins établis ſur ce détroit, & en voient changer les roues pluſieurs fois chaque jour, ſelon la direction du courant.

Si ces obſervations ſont exactes, il faudra recourir à pluſieurs cauſes pour les expliquer. D'abord il y a un grand nombre d'îles, de golfes & de détroits, qui ſe rempliſſent & retiennent les eaux pendant quelque temps à la ſuite des grandes marées des ſyzygies, aulieu que dans le temps des petites marées des quadratures, ces différentes eaux qui s'écoulent & ſe mêlent à la marée, produiſent des inégalités plus ſenſibles, qui rendent méconnoiſſables les effets généraux du flux & du reflux de la mer. Peut-être y entre-t-il un mélange de deux marées inégales, dont l'une vient par le Nord & l'autre par le Sud à des heures différentes. Enfin, il peut y avoir des détroits plus larges, qui ſont plus longtemps à ſe vider, & fourniſſent de l'eau les uns après les autres ; comme dans les fontaines intermittentes on ſuppoſe des réſervoirs dont l'écoulement eſt plus long que dans d'autres ; mais les phénomenes de l'Euripe n'ont pas été aſſez

obſervés pour qu'on puiſſe établir une explication détaillée.

150. Un anonyme aſſure même dans le Journal de Trévoux de 1705, que le cours de l'Euripe n'a point de rapport avec celui de la lune, que les montagnes voiſines de l'Euripe ſont fort hautes, & occaſionnent des vents très-violens & très-variables, qui ſont la cauſe de ces courans. Ces vents ſont ordinairement à l'Eſt & au Nord-Eſt pendant le jour, à l'Oueſt & au Nord-Oueſt pendant la nuit; tandis que dans les autres îles qui ſont juſqu'à la côte d'Aſie, Andros, Tine, Miconi, Nicoſie, Samos, les vents ſont ordinairement au Nord; par là les eaux s'élevant plus ou moins au-deſſus ou au-deſſous de l'Euripe, elles déterminent le courant d'un côté ou de l'autre. L'anonyme dit que ce courant ne change que deux ou trois fois en 24 heures, & que ſelon la diverſité des vents qui regnent, les marins jugent ſi les courans ſeront bons pour entrer dans le canal. Il dit avoir remonté une fois le canal par un courant qui étoit contraire au vent, mais les matelots l'avertirent que ce vent, qui ne faiſoit que de s'élever, avoit déja diminué la rapidité du courant, & que les eaux changeroient bientôt de cours, & ſuivroient celui du vent. Cependant comme cet Auteur prétend enſuite, que ſi la lune regle le flux & le reflux de l'Océan, ce n'eſt qu'autant qu'elle ſert à régler les vents: cela me rend ſes obſervations un peu ſuſpectes. Voyez le Journal de Trévoux 1705, & l'Ouvrage de M. Buc'hoz, que j'ai cité plus haut.

Dans les Rivieres.

151. DANS LES RIVIERES, la marée ſe fait ſentir plus ou moins, mais avec des circonſtances qui varient ſuivant les lieux & ſuivant les vents. A l'embouchure de la Seine, au Havre-de-Grace, la mer commence à monter à trois heures, & à Rouen, qui eſt à 33 lieues plus haut, elle commence à monter vers midi, ou midi & un quart, lorſque les vents ne ſont pas contraires. Au Havre, la mer eſt pleine à 9 heures, ou 6 heures après qu'elle a commencé de monter; mais il n'en eſt pas de même dans la riviere, la durée du flot n'y eſt jamais ſi grande, elle n'eſt communément que de deux heures, & cela varie de plus de trois quarts-d'heure en plus ou en moins, ſuivant les vents.

Voici une Table qui m'a été communiquée par M. Miſtral, Commiſſaire de la Marine, au Havre.

Diſtances en lieues.		Temps où la mer commence à monter.	Pleine mer.	Temps que la mer met à aller d'un lieu à l'autre.
Au Havre,	0 lieues	3h 0′	9h 0′	5h 0′
A Quillebœuf,	9	8 0	10 0	0 45
A Villequier,	5	8 45	10 45	0 15
A Caudebec,	1	9 0	11 0	1 45
A Duclair,	8	10 45	12 45	0 45
A la Bouille,	5	11 30	13 30	0 45
A Rouen,	5	12 15	14 15	
Différences	33 lieues.	9h 15′	5h 15′	

Ainſi il faut 9 heures & un quart à la mer, pour monter du Havre juſqu'à Rouen, ou pour faire 33 lieues, mais il ne faut que 5 heures & un quart pour qu'elle ſoit à Rouen à la plus grande hauteur qu'elle puiſſe atteindre. La quantité de bancs & de courans qui ſe trouvent entre le Havre & Quillebeuf, ſur un eſpace de 9 lieues, fait que la mer emploie 5 heures pour y arriver, mais auſſi elle ne continue de monter que pendant 2 heures, & elle eſt pleine à 10 heures, tandis que au Havre elle l'étoit à 9 heures.

152. En 1747, les bancs de ſable ſitués à l'embouchure de la Seine, ſe trouverent avoir changé d'une maniere plus favorable à l'écoulement des eaux de cette riviere. On s'apperçut dans l'été que les marées, à Rouen & au-deſſus, étoient plus fortes & plus ſenſibles qu'on ne les avoit vues depuis un grand nombre d'années. La marée formoit en montant une barre très-forte & très apparente, la riviere étoit beaucoup plus baſſe quand la mer ſe retiroit, & s'élevoit beaucoup plus par le flot, enſorte que les marées de l'été reſſembloient à celles qui avoient lieu dans les équinoxes. Ainſi l'on ne peut établir de regles ſur les marées de la Seine: nous parlerons encore de l'embouchure de cette riviere à l'article 164.

153.

153. Dans la riviere des Amazones, qui a 1000 lieues de cours au travers de l'Amérique Méridionale, la marée eſt ſenſible juſqu'à 200 lieues ou 20 journées de l'embouchure, au détroit de Pauxis; comme nous l'apprend M. de la Condamine, dans ſon Voyage de la riviere des Amazones, publié en 1745, réimprimé dans les Mémoires de l'Académie pour 1745, & dans l'Hiſtoire générale des Voyages. Voyez le Journal des Savans, Février 1770.

Le fort de Pauxis a été conſtruit par les Portugais, ſur la rive ſeptentrionale de l'Amazone, à l'endroit où ce fleuve, qui plus haut ou plus bas a quelquefois pluſieurs lieues de large, ſe rétrécit, & n'a que 905 toiſes; on montre ſur le rivage le terme de la haute marée, où l'eau atteint deux fois le jour; on la voit enſuite baiſſer de quelques pouces en ſix heures.

En partant du fort, à peine la marée montante retarde-t-elle la marche d'un canot qui deſcend, ſur-tout à rames; mais quelques journées plus bas, la rame ne peut ſurmonter la force du flot, & il faut attendre l'heure du reflux, pour pouvoir deſcendre. « On conçoit bien, dit M. de la » Condamine, que le flux qui ſe fait ſentir au Cap de Nord, » à l'embouchure de la riviere des Amazones, ne peut par- » venir au détroit de Pauxis, à 200 lieues de la mer, qu'en » pluſieurs jours, au lieu de cinq ou ſix heures, qui eſt le » temps ordinaire que la mer emploie à remonter. Et en » effet, depuis la côte juſqu'à Pauxis, il y a une vingtaine » de parages qui déſignent, pour ainſi dire, les journées » de la marée, en remontant le fleuve. Dans tous ces en- » droits l'effet de la haute mer ſe manifeſte à la même heure » que ſur la côte; & ſuppoſant pour plus de clarté, que » ces différens parages ſont éloignés l'un de l'autre d'envi- » ron 12 lieues, le même effet des marées ſe fera remar- » quer dans leurs intervalles à toutes les heures intermé- » diaires, à ſavoir dans la ſuppoſition des 12 lieues, une » heure plus tard de lieue en lieue, en s'éloignant de la » mer. Il en eſt de même du reflux aux heures correſpon- » dantes. Au ſurplus, tous ces mouvemens alternatifs, cha- » cun en ſon lieu, ſont ſujets aux retardemens journaliers,

» comme ſur les côtes. Cette eſpece de marche des marées » par ondulation, a vraiſemblablement lieu en pleine mer, » & il paroît qu'elle doit retarder de plus en plus, depuis » le point où commence le refoulement des eaux juſques » ſur les côtes».

154. M. Linguet, dans ſes *Canaux navigables*, *p.* 241, appelle erreur, fauſſeté, impoſſibilité, forte mépriſe cette obſervation de M. de la Condamine; & comme celui-ci obſerve qu'il faut pluſieurs jours à la marée pour remonter ces 200 lieues, M. Linguet ajoute qu'il faudroit pour cela qu'il ſe formât de place en place des vides, des ſéparations, au point où finiroit la marée du jour, & où agiroit encore celle de la veille. Mais il eſt aiſé de comprendre que ces différentes marées ſont ſeulement des ondes ou des plans inclinés en-deſſus & en-deſſous des points de haute mer, & la riviere n'en coule pas moins ſur ces plans inclinés, quand la force de ſon courant eſt plus grande que celle de la marée. Tous les fleuves montent en approchant de leur embouchure. M. de l'Orme a obſervé que la Saone arrivant à Lyon vers ſon confluent dans le Rhône, eſt plus haute qu'elle ne l'eſt à une lieue plus près de ſa ſource, comme je l'ai remarqué dans mon Traité des Canaux de navigation. Elle ne coule pas moins ſur ce plan, incliné en contre haut: elle deſcend, pour ainſi dire, en montant, parce qu'elle coule alors non pas en vertu de la gravité, qui tend toujours en bas, mais en vertu de la force acquiſe, & de l'impulſion des eaux ſupérieures qui viennent du Maconnois & du Beaujolois, ſe précipiter vers Lyon. Guglielmini avoit déja fait pareille obſervation en Italie, ainſi que Zendrini; on l'obſerve même dans les canaux auxquels on oppoſe un batardeau (*Cametti*, *Mecanica fluidorum* 1777, *p.* 225). Faute d'avoir ſu le méchaniſme de ces mouvemens compoſés, M. Linguet prend la peine de conſoler l'Académicien célebre qui les entendoit très-bien; & il finit, en diſant, « Qui rougiroit d'avouer ſes erreurs, quand » on voit des hommes célebres en commettre de pareil- » les? .. Dans toute l'Europe, qui a lu ſon livre, il ne s'eſt » trouvé perſonne qui ait relevé ſa mépriſe, &c. » mais j'en

ai dit assez pour prouver que le fait est très-naturel & très-vrai.

M. de la Condamine a remarqué d'ailleurs qu'il y a dans ce grand fleuve deux courans opposés qu'on observe dans le temps du flux, l'un à la surface de l'eau, l'autre à quelque profondeur (comme nous l'avons dit du détroit de Gibraltar,) & deux autres courans, dont l'un remonte le long des bords du fleuve, & s'accélere, tandis que l'autre au milieu du lit de la riviere, descend & retarde. Enfin il y a dans certains endroits deux courans opposés qui se rencontrent dans le voisinage de la mer, comme dans des canaux de traverse, qui se forment naturellement, où le flux entre à la fois par deux côtés opposés. Une partie de ces faits n'avoit pas été observée, & auroit fourni à M. de la Condamine le sujet de beaucoup d'observations curieuses, ainsi que les divers autres accidens des marées sans doute plus fréquens & plus variés qu'ailleurs dans un fleuve où elles remontent à une plus grande distance de la mer qu'en aucun autre endroit du monde; mais cela eut demandé un long séjour dans chaque lieu, & un délai qui ne s'accordoit pas avec la juste impatience où étoit M. de la Condamine, de revoir la France, après une absence qui avoit déja duré près de neuf ans. Nous parlerons bientôt d'un autre phénomene singulier, qu'il observa près de l'embouchure de la riviere des Amazones (200).

OBSERVATIONS SUR LES MARÉES,

Faites dans différentes parties du monde.

155. Les regles expoſées juſqu'ici s'obſervent dans toutes les grandes mers; mais aux approches des continens les circonſtances locales y apportent de très-grandes variétés. Je terminerai donc ce Traité, en rapportant les Obſervations faites juſqu'ici dans divers pays, & que je ſuis venu à bout de raſſembler, en attendant que nous en ayons de plus exactes & de plus détaillées.

Je commencerai par les Obſervations de Breſt, que j'ai citées ſouvent, dont quelques-unes furent rapportées dans les Mémoires de l'Académie pour 1712, 1713, 1714 & 1720. J'en ai retrouvé la plus grande partie dans des manuſcrits que M. le Comte de Caſſini a bien voulu me communiquer, & j'ai cru qu'il n'y auroit rien de plus utile dans mon Ouvrage qu'un recueil d'Obſervations auſſi détaillées.

Elles furent faites depuis 1711 juſqu'à 1716, à une échelle graduée, placée à Breſt, du côté de la chaîne du port. Elles peuvent ſe lier avec celles de la pleine mer, qui ont été faites depuis quelques années dans le baſſin de Breſt, & dont je parlerai bientôt (art. 155), la nouvelle échelle me paroiſſant être ſituée à la même hauteur que l'ancienne échelle ſur laquelle furent faites les Obſervations que je vais rapporter.

Ces Obſervations anciennes m'ont ſervi à lever des doutes que m'avoient laiſſés celles qui ſont rapportées dans les Mémoires de l'Académie. En effet, dans les extraits qu'en donne M. Caſſini, il ſeroit quelquefois impoſſible de diſtinguer s'il étoit queſtion de ſimples hauteurs meſurées au-deſſus du point fixe qu'on a pris pour le terme des meſures (*Mém.* 1713, *p.* 17), & qui fait le zero de l'échelle, ou des marées totales priſes entre le plus bas & le plus haut, ce qu'on appelle *montant de l'eau*. Par exemple, dans les Mémoires de 1720, p. 162, il diſtingue la *plus grande marée* obſervée le 23 Septembre 1714, de 19 pieds 2 pou. & la plus petite de 1 pied 9 pouces, d'où il conclut l'*élévation de la mer* de 20 pieds 11 pouces; dans les Mém. de 1713, p. 17 & 18, il appelle cela *hauteur de la marée*; dans les Mém. de 1714, p. 254, il l'appelle l'élévation de la marée, ou élévation de la mer; je croyois donc que par ce mot d'élévation il entendroit la marée totale : mais à la page 163 des Mém. de 1720, il parle de la même obſervation, en diſant, le 23 Septembre l'élévation de la mer a été obſervée le matin de 18 pieds 1 pouce, & le ſoir de 19 pieds 2 pouces; ainſi ce mot étoit appliqué également à une ſeule hauteur.

Dans les *Mém.* de 1714, *p.* 252, 254, il ſe ſert des mots *hauteur de la pleine mer*, *hauteur de la plus grande marée* pour des Obſervations où il ne me paroît pas qu'il ait eu égard à la baſſe mer. Cependant je n'ai pu le vérifier, parce que les Obſervations de 1713 ne ſe trouvent plus.

J'avois été embarraſſé de même, lorſqu'il dit, *la marée* fut obſervée de 17 pieds (*Mém.* 1713, *p.* 282), il me ſembloit que c'étoit la marée totale; mais j'apperçus à la page 286 cette expreſſion employée pour une obſervation que j'avois remarquée dans un autre Mémoire (*page* 21) où elle eſt jointe à une hauteur de baſſe mer; dès-lors j'en ai conclu que cette expreſſion *la marée fut obſervée*, &c. ſignifie auſſi la hauteur de la pleine mer; ainſi quand M. Caſſini dit la *marée*, la *plus grande marée*, l'*élévation de la mer*, la *hauteur de la mer*, cela ſignifie également la hauteur comptée ſur les diviſions au-deſſus du point fixe. On peut donc ſuppoſer que c'eſt-là ce qu'il entend toutes les fois qu'il

n'indique pas les deux hauteurs de la pleine mer & de la baſſe mer, comme ayant été obſervées le même jour & dans la même marée; d'autant plus qu'on voit qu'il faiſoit rarement uſage des deux enſemble, quoiqu'on dut le faire dans tous les cas: c'eſt la réflexion que j'ai déja faite ſur les Obſervations de l'Orient (105).

La ſeule choſe qu'il y auroit à déſirer dans ces Obſervations, c'eſt la direction & la force du vent, qui probablement expliqueroit pluſieurs marées extrêmes, ſoit pour la montée, ſoit pour la deſcente. Mais malgré cela, j'ai cru que des Obſervations auſſi ſuivies & auſſi difficiles à faire, ſeroient toujours utiles, & par conſéquent bien placées dans ce traité, en attendant celles que nous avons lieu d'eſpérer (155). Le vent s'y trouve quelquefois marqué, accompagné des chiffres, 1 ou 2, je crois qu'ils déſignent le degré de la force du vent. Les marées moyennes qui me paroiſſent réſulter de toutes ces Obſervations, ſont de 18 pieds 3 pouces pour les ſyzygies, & de 8 pieds 5 pouces pour les quadratures, ainſi l'effet du ſoleil paroît être de 4 pieds 11 pouces, celui de la lune 13 pieds 4 pouces, & la force de la lune, par rapport à celle du ſoleil, 2, 7, ce qui differe peu de 2, 5, que j'ai employé dans cet Ouvrage; mais il me paroît, du moins, que cette force de la lune eſt certainement compriſe entre $2\frac{3}{5}$ & $2\frac{3}{4}$. En la ſuppoſant 2, 7, on trouve pour la maſſe de la lune $\frac{1}{66}$ de celle de la terre, au lieu de $\frac{1}{71}$, que je trouvois par les calculs rapportés dans mon *Aſtronomie* (3413).

Marées moyennes.

Maſſe de la lune.

La hauteur moyenne de la pleine mer des Syzygies, ſur l'échelle de Breſt, paroît devoir être fixée par les Obſervations à 17 pieds 10 pouces, celle de la pleine mer moyenne en quadrature, à 12 pieds 6 pouces, & l'abaiſſement des marées moyennes des ſyzygies, 5 pouces au-deſſous du point fixe de l'échelle de Breſt. On trouve auſſi pour les grandes marées, quand la lune eſt périgée, 19 pieds 5 pouces d'élévation, & 1 pied 4 pouces d'abaiſſement, ce qui fait pour les marées totales 20 pieds 9 pouces ou 20 pieds 11 pouces, ſi le ſoleil eſt périgée, en mettant de côté l'effet des vents (art. 105).

Marées totales.

Je n'ai rien ajouté à ces Obſervations que l'indication des phaſes de la lune, & des paſſages par les apſides par l'équateur, & par les points de la plus grande déclinaiſon, que j'appelle *luniſtices*.

Je n'ai pas même ſuppléé l'indication de matin & de ſoir là où elle manque, afin que s'il y avoit quelque équivoque, chacun put diſcuter les Obſervations, en en faiſant uſage, ſans être obligé de s'en rapporter à mes conjectures ou à mes diſcutions.

Nouvelles Obſervations de Breſt.

156. Dans le temps où je ne pouvois retrouver les anciennes Obſervations de Breſt, je priai M. Blondeau, Profeſſeur de Mathématiques à Breſt, de m'en procurer quelques-unes qui puſſent me ſervir à lever les difficultés dont j'ai parlé dans les articles 101-106. Il s'y porta avec zele, & il parvint à m'en procurer un aſſez grand nombre, aidé par M. Lebourg, l'un des premiers Pilotes du Roi, M. Jezequel & M. le Brun, qui s'en occuperent depuis le 1 Août 1773, juſqu'au 8 Juin 1775, du moins avec peu d'interruptions.

Il y a dans le baſſin de Breſt, entre l'Intendance & le Contrôle, deux grandes regles de bois, diviſées en pieds & en pouces par des lignes blanches ſur un fond noir: elles ſont placées au-dedans du baſſin entre le pont & les portes buſquées ſur les deux murailles oppoſées, l'une du côté du Nord, l'autre du côté du Midi. C'eſt à l'échelle du Nord qu'on a fait ces Obſervations. Les hauteurs ſont comptées du deſſus du radier, ou plutôt du ſeuil de l'écluſe, c'eſt-à-dire, du fond, ou du ſol de l'entrée de l'écluſe, car le radier va en s'inclinant de 6 pouces depuis le ſeuil juſqu'à l'endroit où il eſt baigné par la mer, & où l'on a meſuré les abaiſſemens de la marée.

Le 31 Mars 1775, M. Blondeau reconnut que la mer étant au plus bas, ſe trouvoit à 2 pieds 1 pouce au-deſſous du radier.

Le 1 Avril	à 10^h	20′ du matin	de 1 pied	11 pouces.
Le 2	à 11	3	2	3
Le 3	à 11	48	1	0
Le 17	à 10	40	0	$8\frac{1}{2}$

Ajoutant ſix pouces à ces abaiſſemens l'on aura la

dépreſſion du juzan, au-deſſous du zero ou du commencement de l'échelle où ſont marquées les hauteurs que j'ai rapportées art. 102, & dont je parlerai encore art. 156.

Quoique dans ces Obſervations on n'ait point marqué le terme inférieur de chaque marée, & que par là elles ſoient inutiles pour déterminer le rapport des forces du ſoleil & de la lune, elles pouvoient au moins ſervir à faire voir juſqu'où la mer s'éleve, dans les équinoxes, les ſolſtices, les apſides de la lune, les luniſtices, & par conſéquent ſe lier avec celles qui furent faites au commencement du ſiecle, & dans leſquelles on a ſouvent rapporté la hauteur inférieure avec la hauteur ſupérieure.

Le Mémoire que je fis en 1775, que M. le Marquis de Chabert fit imprimer au mois de Novembre 1777, & que le Miniſtre voulut bien envoyer à Breſt, à la ſollicitation de l'Académie, nous procurera ſans doute à la paix une autre ſuite d'Obſervations; le zele de M. Blondeau, & ſur-tout l'intérêt qu'y prend l'Académie Royale de Marine, me font eſpérer le ſuccès de ma demande.

M. Blondeau m'écrivoit déja le 26 Décembre 1777, qu'en conſéquence des ordres de M. de Sartine, on l'avoit chargé de dreſſer un modele pour les Tables d'Obſervations, & qu'on ſe diſpoſoit à élever un mât auprès de l'Amiral, vis-à-vis l'Intendance, ou vers la mâture, avec un corps de pompe fixé au mât, & un piſton dont la tringle fut graduée, pour les hauteurs. La guerre a reculé mes eſpérances; j'attendois ces Obſervations pour publier mes réflexions ſur les marées, mais mon travail pourra être utile, tel qu'il eſt; à force d'attendre j'aurois perdu l'avantage qu'elles pourront occaſionner; je me ſuis donc enfin déterminé à donner ce que j'avois, en attendant mieux.

Obſervations

Observations des marées faites à Breſt, depuis 1711 *juſqu'à* 1716.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.*	Hauteur de la pleine mer, au-deſſus du point fixe.	Temps de la baſſe mer.*	Hauteur de la baſſe mer, au-deſſ. ou au-deſſ. du point fixe.	Circonſtances des Obſervations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juin 10	11 34 m.	12 7			D. Q. le 8 à 2 h. 35 m. du matin.
11	0 29½ ſ.	12 11 6			
12	1 28	13 7 4	7 18½ m.	3 6 8	Apog. moyen
			7 50 ſ.	3 6	7 h. ſoir.
13	2 9½	14 3 6	8 10 m.	3 2	
14	2 46½	14 10 6	8 12	2 9	
15	3 25½	15 5 6	9 31	2 4 6	Luniſt. Bor. décl. 26° ½
16	3 47 m.	15 3			
	3 59	15 10 8	10 2	2 0 6	N. L. 6ʰ 18′ m.
17	4 23	15 5 6			
	4 38½	16 2 6	10 37½	1 9 6	
18	4 56½	15 9			
	5 9	15 10 6	11 14½	1 4 6	
19	5 36	15 2 6			
	5 47	15 6 4	11 49	1 0 8	
20	6 11	14 8 6			
	6 36	15 1 6	0 33½ ſ.	1 3 6	
21	6 56	14 4 6			
	7 18	14 9 4	1 8½	1 6 8	
22	7 34	14 0			
	8 7½	14 5	2 1½	1 11 4	L. dans l'éq.
23	8 41	13 4 8			
	9 0	13 7	2 56½	2 5	P. Q. 5ʰ 58′ ſ.
24	9 37	13 7 8			
	10 0	13 11	4 10	2 8	
25	10 40	13 9			
	11 10	14 1	5 1½	2 7 8	
26	11 44 m.	14 2	6 16	2 4 4	Périgée 2ʰ ſ.
27	0 27	14 7			
	0 59	15 3	7 14	1 9	
28	1 23	15 5			
	2 0	16 1	8 15	0 8 4	
29	2 29	16 1			
	2 54½	16 11 4	8 48½ m.	0 8	Luniſt. mér.
30	3 43 ſ.	17 6	9 40½	0 0 6	P. L. 9ʰ 7′ m.

* Il faut ôter 17 min. des temps de ces Obſervations en 1711 & 1712, ſuivant M. Caſſini. (*Mém. de l'Acad.* 1714, *p.* 248); mais j'ai cru devoir les rapporter ici telles qu'on les trouve dans les manuſcrits de M. Caſſini. Les ſignes–indiquent l'abaiſſement au-deſſous du point fixe.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	Pi. po. li.	
Juillet 1	4 17	16 11 4			
	4 35½	17 10	10 30 m.	0 3	
2	4 52	16 9 4			
	5 21	17 7 6	11 15	-0 5	
3	6 6	17 1	0 0 f.	-0 3	
4	6 29	15 7 6			
	6 44	16 4	0 43	0 6 4	
5	7 6	15 1 4			
	7 26	15 6	1 23	1 5 8	L. dans l'éq.
6	7 44	14 2			
	8 17	13 5 4	2 3	2 5 4	
7	8 36	13 4 8			
	8 55	13 7 8	2 52	3 7 4	D. Q. 6h 3′ f.
8	9 16	13 9			
	9 42	12 9	3 45	4 5 6	
9	10 12	12 0 4			
	10 43½	12 1	4 38½	4 11 4	
10	11 33	11 10			
	11 54	12 1 8	5 52	4 11 0	Apogée 8h m.
11	0 33 f.	12 7	7 0	4 4 6	
12	1 4	12 5			
	1 34½	13 3	7 50	3 5 8	
13	2 0	13 3			
	2 27½	14 2	8 15 m.	3 4	Lunist. bor.
14	2 0	14 2			
	3 1	15 4	8 55	2 8 4	
15	3 36	15 1			
	3 38	15 9 4	9 35	1 10 4	N. L. 7h 8′ f.
16	4 0	15 7			
	4 11	16 8 8	10 11 m.	1 4	
17	4 36	16 3			
	4 50	16 10	10 49½	0 8 6	
18	5 14	16 8			
	5 28	17 8	11 26	1 0	
19	5 54	16 7 8			
	6 8	17 2	0 8 f.	0 7 4	
20	6 30	16 6			
	6 58	16 9	0 49	0 10 4	L. dans l'éq.
21	7 18	15 8 6			
	7 42	15 8 8	1 33	1 1 8	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juil. 22	8 3	14 10			
	8 26½	14 9 6	2 21	1 8 4	P.Q. 10h 40′ s.
23	8 57	13 11 6			
	9 26	13 10 6	3 17	2 4 4	
24	9 56	13 3 8			
	10 32	13 4	4 25½ s.	3 0 4	Périgée 3h m.
25	11 24½ m.	13 7 4	5 48	3 1	
26	0 0	13 5			
	0 43	14 2	7 5	2 3	Lunist. mér.
27	1 50 s.	15 4	7 38½ m.	2 1	
			8 7 s.	1 2 4	
28	2 24	15 2 6			
	2 45	16 8	8 40 m.	1 3	
29	3 15½	16 1			
	3 35½	17 5	9 32	0 4 4	P. L. 4h 44′ s.
30	4 5	16 10			
	4 21	18 1 4	10 17	0 2 6	
31	4 44½	17 2 8			
	5 1	18 3	11 0	-0 4	
Août 1	5 30 m.	17 0 4			
	5 37 s.	17 8 4	11 37 m.	-0 5	
2	5 58	16 4 6			
	6 13	16 10	0 16 s.	0 0 8	L. dans l'éq.
3	6 39	15 7 8			
	6 53	16 2	0 49	0 11	
4	7 7	14 9			
	7 26	14 7 8			
5	7 47½	13 10			
	8 2	13 8	1 59	3 3	
6	8 9	12 9			D.Q. 11h 4′ m.
	8 52	12 3 6	2 47	4 5	Apogée 10h s.
7	9 8	11 8			
	9 41	11 3 6	3 39	5 3 8	
8	10 24	11 1 6			
	11 13	10 10 4	5 0	5 6 6	
9	11 54 m.	11 4 8	6 25	4 10 4	Lunist. bor.
10	0 26	11 6			
	1 8	12 7	7 31	3 11	
11	1 34	12 9			
	1 52½	14 0	7 41	4 0 8	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Août 12	2 19½	14 1 8			
	2 42	15 3 6	8 33½	2 8 8	L. dans l'éq.
	3 2	15 4 6			
13	3 15	16 2 8	9 15	1 6	
	3 42	16 2 6			
14	3 54	17 3 6	9 53	0 5 4	N. L. 6h 55′ m.
	4 17½	17 1			
15	4 34	17 10	10 40 m.	0 3	
16	5 12½ f.	18 1	11 18½	0 9	L. dans l'éq.
	5 35½ m.	17 7			
17	5 51½ f.	18 0 6	14 8⅓	-1 0	
	6 14 m.	17 2 6			
18	6 30 f.	17 3 6	0 40	-0 8	
	6 56	16 4 8			
19	7 5½	16 0	1 19⅔	0 0 6	
	7 39	15 5 4			
20	8 5	14 11	2 2½	1 6 6	Périgée 4h f.
	8 33½	14 3 6			
21	9 13	13 7	3 0	2 11	P. Q. 4h 9′ m.
	9 48	13 3 8			
22	10 29	12 5 6	4 14 f.	3 10	Luniſt. mer.
23	11 22½ m.	13 0	5 46	3 6 4	
	0 9	12 6			
24	0 49½ f.	13 10 4			
	1 27	13 8 4			
25	1 53½	15 3			
	2 23½	15 0			
26	2 45	16 4	8 38	1 3 6	
	3 10	16 0 4			
27	3 26	17 5	9 23	0 4	
	3 48	16 8			
28	4 6	17 11	10 6	-0 5	P. L. 5h 8′ m.
	4 25	17 2 8			
29	4 38	18 0	11 44½	0 7	L. dans l'éq.
30	5 13 f.	17 7	11 17 m.	-0 5 8	
	5 30 m.	16 8 6			
31	5 41	17 4	0 0	0 7	
	5 57	16 3			
Sept. 1	6 14½	15 11	0 24	0 7	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Sept. 2	6 24 m.	15 4			
	6 45½ s.	14 10	0 56	1 10 8	
	6 54	14 0 4			
3	7 21	13 5	1 29½	3 0	Apogée 11h m.
	7 38	12 10			
4	8 8½	12 0 4	2 9½	4 0	
	8 29	11 7 6			D.Q. 5h 10′ m.
5	8 58	10 11 8	2 53½	5 3 4	Luniſt. bor.
	9 36	10 10			
6	10 26	10 3	4 23½	5 11	
7	11 24 m.	10 9 8	6 7	5 1	
	0 9½	10 9 8			
8	0 53 s.	11 9 6			
	1 20½ m.	12 2			
9	1 36	13 5			
	2 8½	13 7 6			
10	2 20½	14 10 6			
	2 51½	15 1			
11	3 11	16 3 8	9 2	0 2 8	
	3 32	16 3			N. L. 5h 9′ m.
12	3 45	17 5	9 41 m.	-1 1 4	L. dans l'éq.
	4 6	17 7			
13	4 24½	18 5 8	10 30	-1 8 4	
	4 44½	18 3 8			
14	5 4	18 11	10 40	-2 0	
	5 24	18 6			
15	5 43	18 7 8	11 40	-1 11 8	
	5 59½	18 1			
16	6 21½	17 8	0 22	-1 2	
	6 45	16 8 4			
17	7 5	16 4	1 2,	-0 1	Périgée 6h m.
	7 37	15 9 8			
18	8 3½	14 11 8			
	8 31½	14 6			P. Q. 10h 0′ m.
19	9 4	13 1 4			Luniſt. mér.
	9 30	13 1 4			
20	10 41	12 4	4 23	4 3	
21	11 16½ m.	12 1			
	0 30	12 7 4			
22	0 59	14 1 4			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Sept. 23	1 17	14 6 6			
	1 35	15 9 4			
24	2 22	15 7			
	2 42½	16 11	8 41	1 11	
25	3 4	15 11	9 16½	0 5 8	L. dans l'éq.
	3 15	17 1 8			
26	3 39	16 5			
	3 52	17 5	9 49½	-0 4	P. L. 7h 38′ s.
27	4 8½	16 9			
	4 22	17 6			
28	4 48	16 8 6			
	4 55½	16 11	11 5	-0 7	
29	5 17½	16 3 8			
	5 40	16 6			
30	5 50	16 3			
	5 53½	15 10 8			
Octob. 1	6 6	15 3			Apogée 0h m.
	6 21	14 8			
2	6 36	14 4 6			
	6 50½	13 8			
3	7 17	13 3			
	7 34	12 5			Lunist. bor.
4	8 9	12 2 6			
	8 33	11 6	2 28	5 1	D. Q. 11h 10′ s.
5	8 53	11 6 8			
	10 0	10 9 6			
6	10 51½	11 2 8			
	11 46	11 4	5 37½	5 2 4	
7	0 18	12 3 8			
8	0 55½	12 8			
	1 21	13 9 8			
9	1 44½	14 4			
	2 6	15 6 6	7 57½	2 1	
10	2 28½	16 2			
	2 53	17 5	8 42	0 10 4	L. dans l'éq.
11	3 15	17 9 8			
	3 33	18 10	9 25	-0 4 4	
12	3 52½	19 1			
	4 10	19 5	10 9	-1 2	N. L. 6h 0′ m.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Oct. 13	4 32 m.	19 5			
	4 53 s.	19 6	10 50 s.	-1 10	
14	5 16½	19 3			
	5 36	15 11	11 32	-1 10	Périgée 7h soir.
15	5 57	18 6			
	6 21	17 8	0 19	-1 1 4	
16	6 50	17 3			
	7 23	16 3			Lunist. mér.
17	8 2 s.	14 2 8	2 1½ s.	1 8	
18	8 36	14 3			
	9 7½	12 5			P. Q. 6h 35′ s.
19	9 50	12 10	4 0		
	10 45	11 9	4 15	3 6	
20	11 14½	13 2			
	11 51	12 9			
21	0 15				
	0 30	13 10			
22	1 17	14 2			
	1 31	15 4			
23	2 0	15 2			
	2 23	16 2			L. dans l'éq.
24	2 47	15 7			
	3 6½	16 7 8			
25	3 22	16 7			
	3 33	17 3			
26	3 51½	17 3 8			
	4 8½	16 10 6	10 11	1 3 6	P.L. 11h40′ m.
27	4 35	16 4			
	4 46½	16 9 8	10 43	0 7	
28	5 17 s.	16 7 8			Apogée 2h soir.
29	5 28½	16 3	11 45	1 7	
	5 45½	15 6			
30	6 10	15 4	0 22	1 9	Lunist. bor.
	6 33	14 9			
31	7 10 s.	14 0	0 53 s.	2 8	
Nov. 1	7 40	13 1	1 29	3 6	
2	7 51½	13 4			
	8 23	12 5			
3	8 50	12 11			
	9 3&	11 7 8	3 17	5 1 6	D. Q. 4h 18′ s.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Nov. 4	9 57 m.	12 3			
	10 54 s.	12 1			
6	0 7	14 3			L. dans l'éq.
	0 31	13 7			
	1 9½	14 7			
7	1 24½	15 8			
8	2 10 s.	17 2 8	8 13 m.	1 5 4	
9	3 4	18 11	8 58½		
	3 13½	19 3		0 6	
10	3 53	19 0	9 43	-0 7	N.L. 11h30'm.
11	4 38 s.	18 6	10 30	-1 11	Périgée 8h ma.
	5 5	18 7			
12	5 24	18 2	11 20	-1 11	Lunist. mer.
	5 49½	18 4			
13	6 12½	17 10	0 7½	-0 11	
	6 44	17 1			
14	7 10½	15 9	1 1½	-0 6	
	7 25	16 3			
15	7 58	14 7	1 44	1 1	
	8 18				
16	8 29	15 3			
	9 26½	13 6	2 46	2 7	
	9 38½	14 2			
17	10 14	13 2	4 0	3 6	P. Q. 6h15' m.
	10 50	14 1			
18	11 37½	13 9			
19	11 56 m.	14 2			L. dans l'éq.
	0 28	13 3			
20	0 54	14 1			
	1 21	14 7			
21	1 47	14 11			
	2 11	15 0			
22	2 31½	15 5			
	2 53	15 9			
23	3 17	16 2	9 1½	9	
	3 34	16 8			
24	3 44	16 7	9 44½	2 9	
25	4 5 s.	16 9	10 23	2 2	Apogée 3 h. matin. P. L. 6 h. 44' matin.
26	4 27	16 0			
	4 47½	15 8	10 52½	1 1 6	Lunist. bor.

Nov. 27

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observat ons.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Nov. 27	5 24 s.	16 2	11 21 m.	2 6	
28	6 2	15 2 4	0 4 s.	1 9	
29	6 53½	15 1	0 42	2 7	
30	7 34	14 3	1 22	2 11	
Déc. 1	7 58 m.	14 3			
	8 20 s.	13 5 8			
	8 31	13 11			
2	8 50½	13 1	2 45½	4 3	
	9 24½	13 4			D. Q. 6h 40′ m.
3	10 4	12 9	. . . . .	. . . . .	L. dans l'éq.
	10 26	13 5			
4	11 19	14 3			
5	11 48 m.	15 0			
6	0 19	14 11			
	0 43	15 10			
	1 17½	16 6			
7	1 43	16 6			
8	2 40½ s.	18 1	8 33 m.	2 0	Périgée 10h s.
9	3 29½	18 5 6	9 22	0 6	N. L. 11h 15′ s.
	4 0	18 2			
10	4 27½	19 2	10 19	1 3	Luniſt. mer.
	4 42	19 7			
11	5 8	18 6			
	5 32	19 5			
12	6 9	18 11	0 0	-0 3	
	6 31	19 3			
13	6 56	17 7	0 48½ s.	0 10	
	7 8	18 3			
14	7 47	16 2	1 35	1 4	
	7 59	17 1			
15	8 30	15 6			
	8 44	16 1			P. Q. 9h 30′ s.
16	9 17½	14 7	. . . . .	. . . . .	L. dans l'éq.
	9 36	15 1			
17	10 27½	13 6			
	10 50	13 11			
18	11 26	13 8			
19	11 44½	13 6			
	0 23½	13 2			
20	0 46	13 2			

Jours du mois.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1711.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Déc. 21	1 18 m.	13 4			
	1 45½ s.	13 6			
22	2 12½	14 1			
	2 1½	14 1	. . . . .	. . . .	Apogée 4h soir
23	3 11½ s.	14 7	9 12½ m.	2 5	Luniſt. bor.
24	3 35	15 4			
	3 46	15 1			
25	4 3	14 9 8			
	4 30	15 7	. . . . .	. . . .	P. L. 1h 50′ m.
26	4 30	16 2			
	4 54	15 8			
27	5 16	16 3			
	5 38	15 9			
28	6 11	15 5	0 13½	1 0	
29	6 44	15 5	0 39½	1 4	
30	6 48½	15 8			
	7 18	14 9	1 30	1 7	
31	7 40	15 0			
	8 6	14 5	1 58½	2 0	L. dans l'éq.
1712. Ja. 1	8 23½ *	14 8			
	9 2½	13 7	2 52½	2 8	D. Q. 6h 24′ s.
2	9 18	13 10			
	10 5	13 7 6			
3	10 33	13 8			
	11 13	13 9			
4	11 44 m.	13 10			
5	0 32 m.	14 7			
	1 0 s.	14 6	. . . . .	. . . .	Périgée 11h m.
6	1 38	15 8			
	2 5	15 7	. . . . .	. . . .	Luniſt. mérid.
7	2 37	16 5			
	3 9	16 7 8			
8	3 28½	17 8			
	3 56	17 5	9 49½	-1 0	N. L. 9h 33′ m.
9	4 19	18 9			
	4 33	18 6	10 46	-1 1	
10	5 8½	19 10			
	5 36	18 4			

* Il faut encore ôter 17 minutes des temps obſervés dans cette année (*Mém. de l'Acad.* 1714. *p.* 148).

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Janv. 11	6 4 s.	17 9			
12	6 30	18 7			
	6 49	16 11	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
13	7 8½	17 6			
	7 31½	15 9			
14	7 57	15 10			
	8 3½	14 3			
15	8 33	15 1			
	8 52½	13 2	. . . . .	. . . .	P. Q. 3h 36′ s.
16	9 9	12 4			
	10 11	11 9			
17	10 39	11 10			
	11 12½	11 9			
18	11 48¼	11 9			
	0 25	12 2			
19	1 4	12 4	. . . . .	. . . .	Apogée 5h m.
20	2 22½	13 4 8	. . . . .	. . . .	Luniſt. bor.
21	2 41	14 7 6			
22	2 58	15 4			
	3 14	15 2	9 15½	2 3	
23	3 46½	15 10	9 55 m.	1 2	P. L. 7h 52′ s.
24	4 4½	16 9			
	4 27	16 8	10 25	0 8	
25	5 2	16 9	11 6	0 1	
26	5 10	17 4			
	5 34	16 10	11 36	0 4	
27	5 47½	17 5 8			
	6 6	16 11	0 12½ s.	0 0	L. dans l'éq.
28	6 18½	17 0			
	6 46½	16 4	0 45½	0 4	
29	7 33	13 8	1 20	1 0	
30	7 40	15 5 8			
	8 7	14 7½	2 8	1 11	
31	8 32	14 3			
Fév. 1	9 47½	13 3 8	. . . . .	. . . .	D. Q. 3h 34′ m.
	10 36	13 3 8			
3	0 0 m.	14 1	. . . . .	. . . . .	Périg. le 2.0h m.
	0 40 s.	13 11			& Luniſt. mer.
4	1 16	14 6			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Fév. 5	1 49 m.	14 8	8 26 m.	0 7	S. O.
	2 47 s.	16 4			
6	3 9	17 10	9 37½	-0 10	O.N.L. 10h1's.
	3 42	17 5			
7	4 17	17 11			
8	5 1	17 7	10 58	-2 3	N. O. 1.
9	4 49	17 0	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
10	6 10	16 7			
	6 26	16 10			
11	6 38	15 7			
12	7 13	14 3			
	7 30	13 11			
13	7 49	13 0			
14	8 13 m.	12 4	. . . . .	. . . .	P. Q. 11h 50' s.
	9 10	11 1			
15	10 2	10 9½	3 45½	5 2	Apogée 7h soir.
	10 56	10 5 6			
16	11 39	10 10	. . . . .	. . . .	Luniſt. bor.
17	0 18½	10 11 8			
18	0 49	12 2 6			
	1 22	12 5			
19	1 47	13 4	8 7	2 11 6	
	2 2	13 3			
20	2 48 s.	14 4	9 51	1 3	
21	3 40	15 11	9 33	0 7	
22	3 38	16 9	9 55	-0 6	P. L. 11h 52' m.
	3 53	17 0			
23	4 8	17 11	10 32	-0 9	L. dans l'éq.
	4 28	17 11			
24	4 38½	18 7	11 11½	-0 11	
	5 8	18 3			
25	5 20	18 5	11 50	-1 1	
	5 50	17 10			
26	6 0	17 7	0 29 s.	-0 9	
	6 21	17 0			
27	6 36	16 10	1 7	0 2	
	7 1	16 1			
28	7 21	15 3	1 46	1 4	
	8 1	14 6			
29	8 15	13 7	. . . . .	. . . .	Perigée 1h soir.
	8 52	13 0			D. Q. 10h 48' m.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la basse mer, au-def. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mars 1	9 28	12 1	. . . . .	. . . .	Luniſt. mer.
	10 18	12 2			
2	11 9	11 9			
	11 52	12 8			
3	0 46	12 9			
4	1 21	14 3			
	1 48	14 3			
5	2 38	15 2	8 37 m.	-0 4	
6	3 5	16 8	9 20	-1 6	
	3 22	16 2			
7	4 1	16 10	10 2	2 2	N. L. 11h 8′ m. L. dans l'éq.
8	4 20	18 1	10 39	2 1	
	4 33	17 2			
9	5 7	16 11	11 12	-1 10	
10	5 28	17 1 8	11 44	-1 1	
	5 42	16 5			
11	5 59	16 4	0 19 f.	-0 1	
	6 20½	15 7			
12	6 32	15 0	0 55 m.	1 2 6	
	6 50	14 7			
13	7 17	14 3	1 23½ f.	2 8	
	7 35	13 7			
14	7 38	13 5	2 0	3 8	Apogée 8h m. Luniſt. bor.
	7 55	12 4			
15	8 29	11 3	3 3	5 4	P. Q. 3h 52′ m.
	9 6	11 3			
16	9 47	10 10	4 5	6 4	
	10 53	11 1			
17	11 35½ m.	11 1			
18	0 15	12 1			
	0 57	13 5			
19	1 42	14 2			
20	1 55	14 10 6	8 21	1 11	Nord-Eſt.
	2 23	15 3			
21	3 4	16 10	9 0	1 0	
22	3 38	18 0	9 37 m.	0 0	S.E, L. dans l'éq.
23	3 50	18 11	. . . . .	. . . .	P. L. 0h 30′ m.
	4 12½	18 11			
24	4 53 f.	19 1	10 49 m.	-1 6	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mars 25	5 10	19 1			
	5 26	18 7			
26	5 49	18 2			
	6 15	17 11			
27	6 31	17 3			
	6 57	17 0			
28	7 16	16 9	1 42½ s.	2 2	Périgée 3h m.
	7 41	15 7			Lunist. merid.
29	8 8	14 7	. . . . .	. . . .	D.Q. 5h 57′ m.
	8 48½	14 7			
30	9 35	13 4			
	10 16	13 8 8			
31	11 15	13 2	5 30 s.	4 10	
	11 53	14 2			
Avril 1	0 34 s.	14 1			
2	1 37½	15 3	7 28½ m.	2 4	
3	2 22½	16 1	8 22½	1 0 6	L. dans l'éq.
	2 39½	17 2			
4	2 56	17 2	9 1½	0 2	
5	3 24	17 11	9 39	0 1	
	3 37	17 10			
6	4 12	17 10	10 19	0 1	N. L. 1h 24′ m.
7	4 28½	18 2	10 50 m.	0 5	
	4 52½	17 10			
8	5 12	17 9	11 20	1 0	
	5 18	17 5			
9	4 39	17 5	11 51	1 11	
	5 47	16 10			
10	6 0	16 5	12 22	2 5 4	Apogée 9h s.
	6 20	15 6			
11	6 36	14 6	. . . .	. . . .	Lunist. bor.
	6 53	14 6			
12	7 6	14 0	1 43 s.	4 10	
	7 51	13 9			
13	8 1½	12 3			
	8 31	12 3			
14	9 16	11 8	3 34	6 1	P. Q. 4h 4′ m.
	9 21	11 10			
15	10 27				
	10 57	11 7	4 47 s.	5 0	

Jours du mois	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Avril 16	0 4 s.	12 58			
	0 25 m.	13 4			
17	0 37 m.		6 48 m.	3 11 4	
	1 6 s.	13 6			
18	1 23	14 8 8			
	1 41	15 0	7 38	2 3	L. dans l'éq.
19	2 0½	15 8			
	2 25½	15 8	8 31	-0 5	
20	2 48	16 8			
	3 8	17 3	8 58 m.		
21	3 48	18 0	9 12 m.		
	4 11	18 3	9 50 m.	-1 10	P. L. 10h 32′ m.
22	4 30	18 5	10 23	-2 0	
	4 48	18 2			
23	5 13	18 0	11 12	-1 10	
	5 43	17 7			
24	5 59½	17 9 6	11 53	-0 11	Périgée 4h s.
	6 26	17 0 8			Lunist. mer.
25	6 44	17 0	0 42 s.	0 10	
	7 17	15 8 6			
26	7 58	14 0 0	1 40	2 2 6	
	8 15	14 7			
27	8 45	14 11 8	2 36 s.	3 6	
	9 33	13 7			
28	10 11	14 4	3 53 s.	4 1 6	D. Q. 1h 25′ m.
	10 41	13 5 8			
29	11 31	14 8 6	6 28½	4 4 6	
	0 6 s.	14 3	5 7	3 6	
30			5 57	3 8 6	
Mai 1	0 32½	15 2 6			
	1 7	14 8 4	7 22 s.	2 5 8	L. dans l'éq.
2	1 54 s.	15 4 6	7 48 m.	1 10 4	
	2 12	15 11			
3	2 34	15 9	8 33	1 1	
4	3 5 s.	16 3	9 12	0 9 6	
5	3 44 s.	16 5	9 45	0 7	N. L. 4h 9′ s.
6	4 24 s.	16 6	10 23	0 10	
	4 37	16 4			
7	4 49	16 7	10 55	1 6	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-def. ou au-def. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li	
Mai 8	5 14	15 11	11 31	1 10	Apogée 11h m.
	5 20	15 11			Luniſt. bor.
9	5 56 m.	15 2 6	11 59	2 3	
10	6 18	14 4 8	0 36 ſ.	2 10 6	
	6 41	14 6			
11	7 0	13 7	1 18 ſ.	3 7	
	7 17	13 10			
12	7 38	12 9 8	2 0	4 3	
	8 6	12 9			
13	8 24	12 1	2 52	4 9	P. Q. 8h 7′ ſ.
	9 13	12 7			
14	9 37	12 1	4 1 ſ.	4 9	
	10 13	12 7 6			
15	11 2 ſ.	12 6	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
16	0 5 ſ.	13 9			
17	0 29	14 3	7 19 ſ.	1 11	
	1 3	14 9 8			
18	1 22	15 2	7 46 m.	0 11	
	1 46	15 11			
19	3 2	17 8	8 37 ſ.	0 0	
	2 41	17 2			
20	3 36 ſ.	18 2	9 25 m.	-0 2	P. L. 6h 28′ ſ.
21	3 50	17 11	10 13	-1 1 8	Luniſt. mér.
	4 13	18 4			
22	4 39	17 9	10 56	-1 4	Périgée 5h m.
	5 2	18 2			
23	5 53	17 3			
	5 55	17 9			
24	6 20½	16 8	0 42½	0 2	
	6 44	17 2 6			
25	7 13	16 1	1 38	1 8 4	
	7 40	16 9			
26	8 9	15 3	2 26	2 8	
	8 36	15 7			
27	9 7	14 1	3 34	3 3	D. Q. 10h 7′ m.
	9 33	14 9			
28	10 13	13 5 6	4 39	3 6	L. dans l'éq.
	10 50	14 1			
29	11 15	13 2			
	11 53	14 0			

Mai 30

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mai 30	0 25	13 9 6			
	1 0	14 3			
31	1 22	14 4	7 10 m.	2 10 8	
	1 48	14 5 8			
Juin 1	2 8½	14 8	8 5 m.	2 5 4	
	2 28½	14 10			
2	2 47½	15 3	8 47½	2 1	
3	3 33	15 11	9 28	2 0	
	3 52	15 7			
4	4 5	16 2	10 2	2 0	N. L. 7h 25′ m. Luniſt. bor.
	4 29	15 7			
5	4 39	16 1	10 44	1 10	Apogée 0h m.
	5 0	15 7			
6	5 17	15 11	11 13	2 0	
	5 39	15 2			
7	5 44	15 6	11 47	2 1	
	6 5	14 4			
8	6 19	14 6	0 23 f.	1 7	
	6 38	13 9			
9	7 1	14 2 8			
	7 23	13 7 8			
10	7 38	14 3			
	8 14	13 6 6			
11	8 33	13 8	2 27 f.	3 7	
	9 2	12 10			
12	9 26	13 3	3 24	3 9	P. Q. 8h 40′ m. L. dans l'éq.
	10 5	12 9			
13	10 26	13 1	4 26 f.	3 5	
	11 20	13 1	5 2 m.	2 11 4	
14	11 36	13 5 8	5 26 f.	3 0	
15	0 19 f.	13 10	6 35 f.	2 2 6	
16	0 44	14 3			
	1 16	15 2	7 7 m.	1 8	
	1 46	15 5			
17	2 14	16 3 6	8 0 m.	0 9	1. N. E.
18	3 5	17 5	. . . . .	. . . .	Périgée 7h f. Luniſt. mér.
19	3 35	17 1			N. E, P. L. 1h 35′ m.
	4 0	18 2	9 52	-0 7	
20	4 27	17 7	10 42	-1 0	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juin 21	5 15	17 5	11 34 m.	-0 10	2. N. E.
	4 39	18 4			
22	6 5	17 0	0 22 s.	-0 3	
	6 33	17 10			
23	6 52	16 1 6			
	7 21	16 8			
24	7 45	15 1	2 2 s.	1 2 6	L. dans l'éq.
	8 10	15 9			
25	8 31	14 2 9	2 39 s.	2 7 8	D. Q. 8^h $18'$ s.
	9 4	14 8			
26	9 23	13 4	3 40 s.	3 0	
	9 49	13 11			
27	10 25	12 11	4 54	4 3	
	10 53	13 1			
28	11 36	12 5 8	5 53	3 11 4	
			6 25 m.	4 0	
29	0 39	12 10	7 1 s.	3 10 6	
30	1 19	13 9	7 23 m.	3 9 6	
Juillet 1	2 21	14 6	8 11 m.	3 3	
	2 44	14 4			Apogée 1^h s.
2	3 5	15 2	9 0	2 9	Lunist. bor.
	3 21	14 10 6			
3	3 37	15 7 8	9 40	2 3	N. L. 10^h $35'$ s.
	3 56	15 2 6			
4	4 13	15 11	10 19	1 10	
	4 34	15 7			
5	4 47	16 3	10 49	1 8	
	5 4	15 9			
6	5 23	16 3	11 21 m.	1 7	
	5 42	15 9			
7	5 57	16 1	11 55	1 7	
	6 18	15 3			
8	6 36	15 9	0 27 s.	1 7	
	6 56	14 10 8			
9	7 12	15 2	1 5	1 9	L. dans l'éq.
	7 32	14 8			
10	7 52	14 11	1 45 s.	2 9	
	8 26	13 11			
11	8 48	14 6	2 36	3 0	P. Q. 6^h $13'$ s.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juil. 12	9 17	13 10			
	9 47	13 10	3 39	3 9 6	
	10 25	13 9			
13	10 49	13 9 8	4 48	3 11 6	
14	11 37 m.	13 8	5 55	2 11 6	
	0 16	13 9			
15	0 52	14 8	7 13	2 0 4	Lunist. mér.
16	1 55 s.	16 1	7 39 m.	1 10	Périgée 8h m.
	2 29	15 11 6			
17	2 54	17 0 8	8 44	0 7	
18	3 52	17 11 6	9 40	0 8 8	P. L. 8h 40′ m.
	4 14	17 6			
19	4 35	18 9			
20	5 20	18 9	11 20	-1 5	
	5 44	17 6 6			
21	6 10	18 3	0 2 s.	-1 0	
	6 23	16 8 8			
22	6 49	17 2	0 50	-0 5	L. dans l'éq.
	7 3	17 7			
23	7 31	15 9	1 28	0 7	
	7 58	14 5			
24	8 18	14 5 8	2 11 s.	2 0	
	8 34	13 4 8			
25	9 1	13 1	3 2	3 4	D. Q. 9h 24′ m.
	9 25	13 3			
26	10 5	11 11	4 8	4 4 4	
	10 27	11 6 6			
27	11 12	11 6 6	5 14	4 11	
28	0 3 s.	11 11 0	6 26	4 9 6	
	0 40 m.	11 11			
29	1 7	12 10	6 49 m.	4 9 8	Lunist. bor.
	1 38	12 8			
30	2 3	13 10	7 46 m.	4 0	Apogée 3h m.
31	2 45	14 9 8	8 39	3 2	
Août 1	3 0	14 6 8			
	3 19	15 5	9 16	2 2	
	3 43	15 0 6			
2	3 58	15 10	9 52	1 2 6	N. L. 1h 21′ s.
	4 13	15 7			
3	4 26	16 6	10 28	0 9 4	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	Pi. po. li.	
Août 4	4 50	16 9	11 7 m.	0 5	
5	5 27	16 10	11 32 m.	0 2 6	L. dans l'éq.
6	6 2	16 8	0 4 f.	0 7	
	6 30	16 0 8			
7	6 51	16 0	0 47	0 10	
8	7 1	15 3	1 19	1 6	
	7 18	15 2			
9	8 12	14 4	2 18	2 5	
10	8 46	13 10 6	. . . . .	. . . .	P. Q. 1h 5′ m.
	9 16	13 4			
11	9 54	13 1	4 18	3 10	
	10 21	12 8			
12	11 8	13 3	5 44 f.	3 6	Périgée 9 heures soir. Lunist. mér.
13	0 9 m.	13 1	7 1	2 1	
	0 43 f.	14 3			
14	1 23	14 3	7 36	1 11	
	1 50	15 9 6			
15	2 42 f.	17 9			
16	3 39 f.	18 6	9 36 m.	-0 6	P. L. 4h 43′ f.
17	4 2	17 9	10 20	-1 6	
	4 22	18 11			
18	5 2	17 7	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
19	5 21	17 5	10 56	-2 4	
	5 39	18 1			
20	6 3	17 0	0 17 f.	0 10	
	6 23	17 1 6			
21	6 24 m.	17 0	0 55	0 4	
22	7 1	14 7	1 37	1 8	
	7 34	14 1			
23	7 45	13 2	2 16	3 2	
	8 13	12 6			
24	8 37	11 10 8	. . . . .	. . . .	D. Q. 1h 20′ m.
	9 5	11 4			
25	9 54	11 4	4 24	5 8	
	10 37	11 1			
26	11 25 m.	11 5 6	6 5	5 5 6	Apogée 4 heures soir. Lunist. bor.
	0 2	11 6			
27	0 46	12 3	7 4	4 6 6	
28	1 55	12 11			
	1 45	13 5			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Août 29	2 27	14 5	8 14 m.	2 11 6	
30	2 57	15 6	9 0	1 9	
31	3 23	15 5 6	9 36	1 0	
	3 31	16 7			
Sept. 1	3 56	16 5 6	10 9 m.	0 3	N. L. 3h 7′ m.
	4 9	17 3			L. dans l'éq.
2	4 39	17 7	10 45	0 4	
3	5 3	17 5	11 17	0 6	
	5 13	17 8			
4	5 35	17 3			
	6 0	17 5			
5	6 25	16 7	0 30 s.	0 1 4	
6	6 49	16 1 6	1 2 s.	1 1	
	7 8	15 8			
7	7 32	14 11 8	1 55	1 3	
	7 51	14 2 8			
8	8 32	14 1	. . . . .	. . . .	P. Q. 7h 16′ m.
	9 10	13 6	. . . . .	. . . .	Lunist. mér.
9	9 52	13 9	4 15 s.	4 7	Périgée 11h m.
	10 36	13 3			
10	11 22	14 1	5 53	4 0	
11	0 7	13 5	6 27 m.	3 9	
	0 40	14 7			
12	1 50	16 9	7 34	2 6	
	2 21	16 5			
13	2 41	17 11	8 35	1 0	
14	3 26	18 8	9 22	-0 2	L. dans l'éq.
15	3 43½	18 0	10 1	-1 0	P. L. 2h 33′ m.
	4 4½	19 1			
16	4 21	18 2	10 41	-1 0	
	4 44	19 1			
17	5 6	18 3	11 19	-1 0	
	5 15	17 11			
18	5 33	17 4	11 52	0 4	
	5 55	17 10			
19	6 14	16 6	0 26 s.	0 10	
	6 28	15 10			
20	6 35	15 2	1 6 s.	2 4	
	7 1	14 5 8			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Sept. 21	7 6	14 3	1 44	3 11	Luniſt. bor.
	7 31	13 2			
22	8 8	12 9	2 39	4 1	D. Q. 8h 8′ ſ.
	8 22	12 7			
23	9 6	11 6	3 40	5 10	Apogée 5h m.
	9 43	10 8 8			
24	10 40	11 3	5 15 ſ.	5 11 6	
	11 42	11 2			
25	0 20 ſ.	12 0 8	6 2 m.	5 11	
26	0 56	12 2	7 0	4 6	
	1 18	13 1			
27	1 44	13 2	7 52	3 0 4	
	1 54	14 2 8			
28	2 25	14 7	8 36	1 11	
	2 45	15 6 8			
29	3 4 m.	15 10	9 16	0 9 6	L. dans l'éq.
30	3 41 ſ.	17 7	9 52	-0 2 0	N. L. 3h 53′ ſ.
Octob. 1	4 9	18 2	10 21 m.	0 7 0	
	4 27	18 4			
2	4 49	18 5	11 2	-0 10 8	
	5 5	18 3			
3	5 39	17 8	11 43	0 11	
4	6 1	17 5	0 24 ſ.	-0 3	
	6 34	16 10			
5	6 41	16 7	1 7	0 11	Luniſt. mer.
	7 7	15 10 8			
6	7 36	15 7	1 55	2 5	
	7 58	14 7			
7	8 22	14 7 8	3 8	3 6	P. Q. 1h 34′ ſ.
	9 20	12 10			Périgée 0h ma.
8	9 59	13 7	4 16 ſ.	4 6	
	10 43	13 5			
9	11 26	14 6			
10	0 15	14 1			
	0 59	15 5			
11	1 26	15 2			
	1 49 ſ.	16 10			
	1 58 ſ.				
12	2 25	16 11	8 30 m.	1 9	L. dans l'éq.
	2 39	17 4			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-d. s. ou au-d. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Oct. 13	3 23	18 6	9 15	0 7 4	
14	3 33	19 2	.....	....	P. L. 3h s.
	3 55½	19 1			
15	4 13	18 3	10 39	0 0	
	4 33	18 4			
16	5 8 m.	18 4	11 9	1 1	
17	5 24	17 8	11 47	1 1	
	5 39	17 2			
18	6 12 s.	16 8	0 20 s.	1 6	
19	6 42	15 8	0 52	2 5 6	Lunist. Bor.
	6 47	14 7			
20	7 8	14 8 6	1 29	4 0	Apogée 8h s.
	7 38	13 8			
21	7 45 m.	13 11 8	2 19 s.	5 2	
	7 59 m.				
	8 3 s.	12 9			
22	8 39 m.	12 7	.....	....	D. Q. 4h 26′ s.
23	9 52	12 2 4	4 31 s.	6 3 4	
24	11 26 m.	12 11			
25	0 38 s.	12 7			
26	1 35 s.	14 5	.....	....	L. dans l'éq.
27	2 12 s.	16 0	8 12 m.	3 0 4	
28	2 56 s.	16 10	8 54 m.	1 2	
29	3 33 s.	18 0 8	9 27 m.	0 7	
30	4 14 s.	17 11	10 9	-0 8	N. L. 3h 33′ m.
31	4 36 s.	17 11	10 54	-1 4	
Nov. 1	5 36 s.	17 10			
2	6 0	17 9	.....	....	Lunist. mér.
	6 28	17 4			
3	6 58	17 6	1 13	0 10 6	Périgée 1h s.
	7 23	16 1			
4	7 39	16 3	2 8	1 8	
	8 26	15 1			
5	8 43	15 10	3 11	3 9	P. Q. 8h 59′ s.
	9 49	14 6			
6	9 58	14 10			
	10 33	13 5			
7	10 58 m.	14 8			
	11 12 m.				
	11 22 m.				

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la baſſe mer, au-deſſus ou au-deſſous du point fixe.	Circonſtances des Obſervations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Nov. 8	0 0	14 4	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
	0 25	15 1			
9	1 2	14 7			
	1 23	15 6			
10	2 13	16 0			
11	2 35	15 10	8 52	1 5	
	3 0	16 9			
12	3 14	16 7	9 36	0 9 6	
	3 36	16 7 8			
13	3 52	16 6	10 14	0 5	P. L. 6h 38′ m.
	4 10	16 5			
14	4 24	16 6	10 51	0 6	
	4 45	16 1			
15	5 2	16 3	11 25	0 10	Luniſt. bor.
	5 33	15 9			
16	5 32	15 10	11 57	2 3	
	5 54	15 1			
17	6 7	15 2	0 34 ſ.	1 10	Apogée 8h m.
	6 25	14 3			
18	6 39	14 6 6			
	7 0½	13 7			
19	7 20	13 11	1 49 ſ.	3 8	
	7 48	12 11			
20	8 4	13 1 8	2 36	4 6	
	8 32	12 6			
21	9 1	13 1	3 36	5 6	D.Q. 11h 51′ m.
	9 49	12 7			
22	10 26	12 10			
	10 51	12 5			
23	11 31	13 2	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
24	0 6	13 5			
	0 30	14 0			
25	1 0	15 0			
	1 23	15 3			
26	1 55	16 3			
	2 6	17 0			
27	2 40	18 6	8 48	3 1	
	3 0	18 9			
28	3 16	18 9	9 41	0 10	N. L. 2h 40′ ſ.
	3 44	18 7			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Nov. 29	4 31 s.	20 3	10 34	0 11	Luniſt. merid.
	4 59	19 2			
30	5 22	18 2			
	5 49	18 6			
1	6 14	17 7	0 14	-0 8	Périgée 3^h m.
	6 39	18 3			
2	7 2	16 9	0 58	0 2 0	
	7 29	17 1			
3	7 53	15 8 8	1 57	0 9 0	
	8 27	16 4			
4	8 50	14 8	2 46	0 11 4	
	9 26	15 6			
5	10 0	14 2	3 47	3 2	P. Q. 6^h 43$'$ m. L. dans l'éq.
6	10 48	15 1			
	11 11	13 7 8			
7	11 40	14 2			
8	0 12	14 0			
	0 39	14 11			
9	1 5	15 6			
	1 37	15 8			
10	2 4	15 10			
	2 33	16 5			
11	2 48	16 9			
	3 9	16 4	9 12 m.	3 1	
12	3 30	16 11			
	3 47	16 6	10 1	2 7	Luniſt. bor.
13	4 4	16 7			
	4 26	16 2 8	10 29	1 9 6	P. L. 1^h 3$'$ m.
14	4 54	16 7			
	5 11	15 11	11 3	1 7	Apogée 9^h s.
15	5 16	16 1			
	5 27	16 2	11 40	1 4 6	
16	5 42	16 7			
	6 12	15 5	0 10 s.	2 4	
17	6 19	15 5 8			
	6 35	14 9			
18	6 55	14 11			
	7 15	14 1	1 21	2 7 6	
19	7 30	14 4			
	7 59	13 4	2 1	2 10 6	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Déc. 20	8 16	13 7 6	2 38	3 6	L. dans l'éq.
	8 46	12 11			
21	9 16	13 2	. . . . .	. . . .	D. Q. 5^h 14′ m.
	9 37	12 8 8			
22	10 9	13 0			
	10 49	12 11			
23	11 24	13 2			
24	0 5	13 7 6			
	0 21	13 9			
25	1 5	14 6			
	1 34	14 10			
26	2 34	15 9 8	. . . . .	. . . .	Lunist. mér. décl. $24\frac{1}{2}$
27	3 24	16 11	9 18	-0 1 6	
28	4 14	17 8	10 12	-1 2 8	Périgée 4 heures soir. N. L. 1 heure 30′ m.
29	4 36	18 10			
	5 7	18 3			
30	5 23	19 2			
	5 55	18 2 8	11 51	1 8	
31	6 18	19 4			
	6 43	18 4			
1714. Ja. 1	5 $54\frac{1}{2}$	16 7 8	10 23 m.	0 8	P. L. 31 Déc. 1713, à $8^h\frac{1}{2}$ s.
	4 22	16 0			
2	4 28	16 8	10 53	0 3 6	
	4 49	15 10			
3	5 6	16 3	11 28	0 3	
	5 23	15 7 9			
4	5 34	15 1	0 1 s.	0 9	Apogée 4^h s.
	5 53	15 5			
5	6 12	15 8	0 29	1 3	
	6 21	14 8 8			
6	6 35	14 9	1 6	1 7	L. dans l'éq.
	7 10	13 10 6			
7	7 10	14 $0\frac{1}{2}$	1 39	2 5	
	7 32	13 3			
8	7 48	13 4	2 25	3 6	
	8 17	12 5			
9	8 47	12 6	3 12	4 4	D. Q. $0^h 50'$ m.
	9 9	12 2			
10	9 49	12 5	4 13	4 10	
	10 28	12 6			

Jours du mois	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la basse mer, au-def. ou au-def. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Janv. 11	11 1	12 5			
	11 53	13 2			
12	0 7 s.	13 1			
	0 55 m.	14 1			
13	1 21 s.	14 4	. . . . .	. . . .	Luniſt. mer.
	1 41	15 4 1/2			
14	2 16	15 4			
	2 39	16 9			
15	3 2	16 9	8 57 m.	0 1	
	3 25	18 0			
16	3 52	17 9	9 45	-1 1	N. L. 3h 58′ m.
	4 11	18 11 6			
17	4 37	18 9	10 33	-1 0	
	5 11	19 11			
18	5 26	18 8	11 24	-1 10	Périgée 10h m.
	5 44	19 8 4			
19	6 5	18 0	0 6 s.	-2 9	L. dans l'éq.
	6 30	18 3 6			
20	6 50	16 7 6	0 49	-0 9	
	7 19	17 1			
21	7 36	15 6	1 40	-0 9	
	8 3	15 7			
22	8 33	14 0	2 25	1 4	P. Q. 7h s.
	9 4	13 10			
23	9 34	12 9 8	3 24	2 9	
	10 10	12 8			
24	11 0	12 6	4 35	3 9	
25	11 30 m.	12 6			
	0 14	12 10			
26	0 47	12 9	. . . . .	. . . .	Luniſt. bor.
	1 21	13 9			
27	1 58	13 9	7 47	2 11	
	2 9	14 8 6			
28	2 55	14 6	8 32	1 8	
	2 58	15 5 9			
29	3 15	15 2 9	9 12	1 0	
	3 30	16 0 9			
30	3 50	15 7 9	9 51	1 3	P. L. 3h 14′ s.
	4 2	16 3 9			
31	4 24	15 11 6	10 25	-0 1	

Jours du mois.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fix.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Fév. 1	4 34	16 6 4	10 49	-0 4	Apogée 4h m.
	4 53	16 0			Le 2 L. dans l'équateur.
7	7 45 m.	13 8	2 10 m.	4 3	D. Q. 6h 11′ s.
					Le 9 Luni. mér.
14	2 58	18 5			N. L. 2h 22′ s.
	3 31	18 1	9 21	-1 11 6	Périgée 11h s.
					Le 16 L. dans l'équateur.
21	8 21	13 10			
	8 45	12 10	2 48	2 4	P. Q. 7h 38′ m.
					Le 22 Luni. bo.
					Le 28 Apo. 6h s.
Mars 1	3 40	15 9 6			
	3 39½	16 2	10 12	-0 3	P. L. 10h m.
					Le 2 L. dans l'éq.
9	8 15	12 2			D. Q. 7h 48′ m.
	8 48	12 2 9	2 45	3 9	Luniſt. mérid.
					Le 14 Pér. 1h s.
15	2 52	18 1			N. L. 11h 59′ s.
	3 15	17 11	9 9	-2 7	L. dans l'éq.
					Le 21 Lun. bor.
22	7 54	13 4			
	8 21	12 11	2 21	3 4 6	P. Q. 11h s.
					Le 28 Ap. 7h m.
					Le 29 Lune dans l'éq.
31	3 42	16 8			
	3 56	16 9	9 59	0 3 0	P. L. 3h 28′ m.
Avril 1	4 9	16 9 6			
	4 28	16 10	10 31	-0 4 6	
2	4 39	16 6			
	5 0	16 3 9	10 58½	-0 5	
3	5 12	15 11			
	5 31	15 9	11 33	-0 3	
4	5 44	15 3			
	5 59	15 1 9	0 3	0 3	
5	6 23	14 6			
	6 46	14 4 9	0 40	1 4 6	Luniſt. mer.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Avril 6	7 3	13 6	1 33	2 4	
	7 42	13 6			
7	7 52	12 3	2 32	3 2	D. Q. 6h 0′ s.
	8 34	12 3			
8	9 23	11 6	3 47	3 4	
	10 9	12 2			
9	11 3	12 2	5 30	2 6	
	11 32	13 4			
10	0 12 s.	13 7	6 30	1 9 9	
11	0 41	14 10 9	7 6	0 4	Périgée 2h m.
	1 13	15 2			L. dans l'éq.
12	1 41	16 5 9	7 55	-0 11	
	2 17	16 9			
13	2 31	18 1	8 49	-1 9	
	2 53	18 0			
14	3 18	18 9	9 31	-2 9	N. L. 9h 16′ m.
	3 43	18 9			
15	4 3	19 0 9	10 15	-2 7	
	4 17	18 5 6			
16	4 42	18 5 9	10 59	-2 1	
	5 5	18 0			
17	5 25	17 6	11 43	-1 1	Lunist. bor.
	5 42	17 0 3			
18	6 7	16 2	0 22	0 3 3	
	6 22	15 10			
19	6 50	14 8	1 4	1 9	
	7 10	14 6			
20	7 28	13 4	1 56	3 3	
	7 56	13 5 6			
21	8 31	12 6	2 53	4 7	P. Q. 1h 40′ s.
	9 1	12 7 6			
22	9 44	11 10	4 2	5 1	
	10 13	12 1 9			
23	11 10	11 10	5 18	4 9	
	11 41	12 7 6			
24	0 11	12 10 9	6 23	4 2	Apogée 9h soir.
25	0 39	13 5 9	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
	1 3	13 9 6			
26	1 27	14 4	7 43	2 8	
	1 47	15 2 6			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Avril 27	2 9	15 9 8	8 32	2 6	
	2 23	16 1			
28	2 40	16 1	9 0	1 2	
	2 57	16 5 6			
29	3 13	16 2	9 33	0 2	P. L. 6h 36′ s.
	3 31	16 5			
30	3 49	16 2 9	10 6	0 0	
	4 4	16 11			
Mai 1	4 23	16 7	10 42	0 1	
	4 40	16 10			
2	4 58	16 1	11 27	-0 1	Luniſt. mér.
	5 16½	16 3			
3	5 36	15 7	11 54	0 4	
	5 58	15 8			
4	6 18	14 9 9	0 39	1 2 9	
	6 44	15 2			
5	7 3	14 1	1 33	1 9 9	
	7 36	14 6			
6	8 2	13 5	2 26	2 9	
	8 42	13 10 8			
7	9 18	13 1	3 37	3 2	D. Q. 1h 4′ m.
	9 55	13 11 9			
8	10 30	13 7	4 54	3 2 6	Perigée 3h ſoir.
	11 10	15 1 6			
9	11 43	14 11 9	6 5	2 1	L. dans l'éq.
10	0 16	16 0	6 37	2 7	
	0 50	15 6			
11	1 17	16 2	7 46	-0 1	
	1 44	16 3			
12	2 10	17 0 9	8 32	0 10	
	2 37	16 11 9			
13	3 0	17 4 9	9 11	-1 5	N. L. 6h 48′ s.
	3 21	17 4 6			
14	3 46	17 5 8	10 1	1 4	
	4 8	17 6			
15	4 27	17 3	10 48	-1 1	Luniſt. bor.
	4 49	17 3			
16	5 11	16 9 6	11 24	-0 1	
	5 27	16 11			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mai 17	5 49	16 2	0 5	1 4	
	6 5	16 4 6			
18	6 33	14 11	0 58	1 10	
	6 47	15 1 8			
19	7 12	14 2	1 32	3 2	
	7 32	14 5			
20	8 2	13 3 6	2 22	4 1	
	8 20	13 4 9			
21	9 1	12 5 6	3 17	4 5	P. Q. 9h 23′ m.
	9 22	12 5 6			
22	10 4	11 11 9	4 18	4 8 3	Apogée 10h m.
	10 25	12 4 6			L. dans l'éq.
23	11 11	12 7	5 28	4 7	
	11 37	12 8 6			
24	11 57 m.	13 0 3	6 28	3 9	
25	0 35	13 2	6 57	3 0 6	
	0 58	13 9	7 9	2 9	
26	1 23	13 10 6	7 41	2 1	
	1 38	14 5			
27	2 8	14 5	8 22	1 2 6	
	2 22	15 0 3			
28	2 40	14 10 3	9 6	0 5	
	3 3	15 6 6			
29	3 23	15 6	9 40	0 2	P. L. 7h 13′ m.
	3 41	16 5			
30	4 2	16 1 6	10 21	0 0	Lunist. mer.
	4 23	16 9			
31	4 44	16 4	11 4	-0 1	
	5 17	16 10			
Juin 1	5 15	16 2	11 44	0 2	
	5 48	16 7			
2	6 11	15 10 8	0 28	0 9 3	
	6 35	16 5 3			
3	7 1	15 4 3	1 20	1 4	
	7 26	15 9			
4	7 53	14 3 9	2 12	1 9	
	8 23	15 1			
5	8 56	13 11	3 20	2 4	D. Q. 5h 46′ m.
	9 32	14 9			L. dans l'éq.
					Périgée 5h m.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juin 6	10 4	13 9 6	4 30	2 5	
	10 39	14 9			
7	11 17	14 2 6	5 37	2 3	
	11 46	14 10 6			
8	0 22	14 7 6	6 43	1 6	
9	0 57	15 2			
	1 23	15 6			
10	1 48	15 11	8 7	0 8 6	
	2 14	16 4 6			
11	2 41	16 5 8	8 56	0 5	
	3 0	16 11			
12	3 25	16 8	9 43	0 2 6	N. L. 5h 14′ m. Lunist. bor.
	3 46	16 11			
13	4 9	16 5	10 26	0 0	
	4 27	16 11			
14	4 49	16 3	11 8	0 4	
	5 6	16 8			
15	5 27	15 8 4	11 43	0 9	
	5 41	16 0			
16	6 3	15 0 4	0 21	1 4	
	6 19	15 3			
17	6 41	14 6	0 57	2 4	
	6 58	14 9			
18	7 18	14 0	1 39	3 4	Apogée 11h s.
	7 38	14 1 9			
19	8 4	13 2 9	2 23	3 11	L. dans l'éq.
	8 27	13 2 9			
20	9 0	12 8	3 17	4 4	P. Q. 3h m.
	9 20	12 5			
21	9 56	12 1 6	4 17	4 6 4	
	10 20	12 2			
22	11 3	12 1	5 15	4 2	
	11 23	12 3			
23	0 7 s.	12 11	6 20	3 9 3	
24	0 30	13 1	6 49	3 4	
	0 57	14 1 6	7 18	3 0 9	
25	1 22	14 2 3	7 43	2 3 9	
	1 44	15 2 6			
26	2 12	15 3 6	8 26	1 11	Lunist. bor.
	2 33	16 4			

Juin 27

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
27	2 56	16 0			
	3 17	17 1 9	9 7	0 10 6	P. L. 5h 11 f.
28	3 44	16 8			
	4 0	17 7 6	9 59	0 1 6	
29	4 24	16 11 9			
	4 47	18 1	10 42	-0 5	
30	5 10	17 4			
	5 34	18 0 6	11 30	-0 5	
Juillet 1	5 58	17 0			
	6 18	17 8	0 13	-0 2 9	
2	6 41	16 7 6			
	7 8	17 0	.....	....	Périgée 6h f.
3	7 28	15 6 3			L. dans l'éq.
	7 59	15 11 3			
4	8 26	14 7			
	8 55	14 11	2 48	1 6 6	D. Q. 10h 6′ m.
5	9 25	13 9 3			
	10 3	14 1 9	3 55	2 5	
6	10 40	13 7			
	11 13	13 9	5 3	2 8	
7	11 55	13 10 9	6 16	2 7 6	
8	0 32 m.	14 0 9			
	1 3	14 7	6 46	2 7	
9	1 29	14 7 6			
	1 57	15 6	7 43	2 1	Lunist. bor.
10	0 22	15 5 9			
	2 39	16 4 6			
11	3 8	15 11			
	3 23	16 8	9 25	1 2	N. L. 5h 9′ f.
12	3 50	16 4			
	4 4	16 10 8	10 4	0 10	
13	4 24	16 2			
	4 44	16 8 3	10 40	0 6	
14	4 59	15 11			
	5 12	16 1 3	11 13	0 4	
15	5 34	15 5 6			
	5 56	15 6	11 57	0 10	
16	6 7	14 11			
	6 18	15 1 3	0 22	1 6 6	Apogée 1h f. L. dans l'éq.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juil. 17	6 37	14 5	0 54	2 3	
	6 53	14 6			
18	7 14	13 10 6	1 34	3 2 3	
	7 32	13 8 6			
19	7 57	13 0 6	2 16	3 9	P. Q. 7h 21′ s.
	8 11	12 9 3			
20	8 48	12 4	3 8 6	4 5	
	9 13	12 2 9			
21	9 49	12 3 4			
	10 20	12 2			
22	11 10	12 4 9	5 26	4 5	
	11 42	12 1 4			
23	0 22	13 2	6 37	3 1	Lunist. mer.
	0 48	13 2			
24	1 15	14 5			
	1 46	14 4 9	8 3	1 6 6	
25	2 9	15 9			
	2 33	15 9	8 53	0 3	
26	2 55	16 11 3			
	3 28	16 9	9 34	-0 10	P. L. 1h 31′ m.
27	3 42	18 2			
	4 5	17 9	10 25	-1 4	
28	4 29	19 3			
	4 49	18 4 6	11 18	-1 8	
29	5 10	19 1 6			Périgée 7h m.
	5 35	18 2 9	11 53	-1 4	L. dans l'éq.
30	5 59	18 8			
	6 16	16 10 9	0 38	-1 2	
31	6 54	17 14			
Août 1	7 13½	16 0	1 36	0 2	
	7 42	16 3			
2	8 4	15 2	2 29	1 11	D. Q. 4h 12′ s.
	8 35	15 2			
3	9 3	14 1	3 31	3 2	
	9 40	13 9			
4	10 22	13 1	4 53	3 8	
	10 50	12 10			
5	11 39	13 1	6 2	3 4	Lunist. bor.
6	0 17	13 0	6 39	3 6 3	
	0 54	13 11	6 47	2 10	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-d. s. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Août 7	1 25	13 11	7 40	2 11	
	1 51	14 11			
8	2 19	14 9	8 26	1 11 4	
	2 33	15 9			
9	3 6	16 4	9 24	1 9	
	3 17	16 5			
10	3 37	15 11	9 51	0 11 3	N. L. 6h 48′ m.
	3 48	17 0			
11	4 14	16 6	10 23	0 7	
	4 25	17 2 8			
12	4 38	16 9	10 58	0 11	L. dans l'éq.
	4 52	16 11			
13	5 13	16 7	11 18	1 3	Apogée 2h m.
	5 21	17 2			
14	5 41	16 8 6	11 55	1 10	
	5 51	16 6 6			
15	6 12	15 7	0 46	1 10	
	6 24	15 2 9			
16	6 41	14 8 9	1 0	2 7	
	6 59	14 6			
17	7 6	13 10 9	1 39	3 6 6	
	7 41	13 5 8			
18	7 59	13 0 8	2 25	4 4	P. Q. 10h 48′ m.
	8 31	12 6			
19	9 13	12 6 6	3 30	2 3	
	9 40	12 2			
20	10 39	12 0	4 58	4 6 6	Luniſt. mér.
	11 27	11 11			
21	11 55	12 11 6	6 18	3 7	
22	0 38	13 2			
	1 11	14 8			
23	1 36	14 9 9	7 56	1 8	
	2 3	16 3 6			
24	2 28	16 2	8 47	0 0	
	2 51	17 7			
25	3 18	17 2 6	9 33	-1 7	P. L. 9h 12′ m.
	3 38	18 10			
26	4 2	18 3	10 15	-2 6	Périgée 9h ſ.
	4 23	19 6			Lune dans l'éq.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Août 27	4 47	18 8 9	11 1	-3 0	
	5 8	19 6 6			
28	5 28	18 6 9	11 46	-2 6 6	
	5 53	19 0			
29	6 12	17 10	0 33	-1 5	
	6 38	17 8 6			
30	6 54	16 6	1 20	0 2	
	7 23	16 1			
31	7 39	14 9 6	2 14	1 0	
	8 16	14 0			
Sept. 1	8 46	13 5	3 14	3 5	D. Q. 1h 7′ m.
	9 18	12 10			Luniſt. bor.
2	10 1	12 8	4 31	4 4	
	10 46	12 1			
3	10 31	12 5 6	5 55	4 1	
4	0 11 m.	12 3			
	0 51	13 3 6			
5	1 22	13 5 9			
	1 42	14 5			
6	2 2	14 7	8 22	2 6	
	2 24	15 5			
7	2 47	15 3 9	8 56	1 5	
	2 58	16 0			
8	3 19	15 11	9 37	0 8	N. L. 10h 24′ f.
	3 36	16 5			
9	3 51	16 3	10 5	0 3	Apogée 3h f.
	4 5	16 8			Lune dans l'éq.
10	4 16	16 5 9	10 35	0 1 6	
	4 36	16 8 9			
11	4 51	16 6 9	11 5	0 1	
	4 59	16 6			
12	5 17	16 5	11 35	0 8	
	5 30	16 4 6			
13	5 43	16 0	0 3	1 3	
	5 51	15 5			
14	6 14	14 11 4	0 41	1 8	
	6 35	14 4			
15	6 54	14 5	1 16	2 9	
	7 13	13 6			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Sept. 16	7 38	13 2	2 6	3 5	Luniſt. mér.
	8 4	12 0			
17	8 42	12 1	3 9	4 2	P. Q. 0^h 25′ m.
	9 14	11 6			
18	10 13	11 11 6	4 34	4 3 6	
	10 57	11 6 3			
19	11 36	12 9 6	5 59	4 6 3	
20	0 17	13 3 8			
	0 56	15 2			
21	1 23	16 1	7 46	2 3	
	1 48	16 5			
22	2 17	16 7	8 34	0 0	L. dans l'éq.
	2 35	18 4			
23	3 5	18 1	9 20	-1 9	P. L. 5^h 15′ ſ.
	3 25	19 2			Périgée 10^h m.
24	3 52	18 7 9	10 6	-3 1	
	4 12	19 7			
25	4 30	18 10	10 48	-3 5	
	4 59	19 6			
26	5 18	18 8	11 35	-2 7	
	5 39	18 9			
27	5 53	17 9 6	0 19	-1 7	
	6 24	17 1 6			
28	6 38	16 3	1 7	0 1	
	7 7	15 4			
29	7 30	14 9	1 57	1 9	Luniſt. bor.
	7 51	13 7			
30	8 26	13 1	2 53	2 3	D. Q. 1^h 7′ ſ.
	8 57	11 10			
Octob. 1	9 41	12 9 6	4 26	3 11	
	10 25	11 1			
2	11 10	11 11 6	5 39	4 1 6	
	11 59	11 10 9			
3	0 25	12 9			
4	0 56	12 11	7 16	3 5	
	1 22	13 7			
5	1 48	13 8	7 56	2 2	
	2 6	14 6			
6	2 28	14 9	8 39	1 5	L. dans l'éq.
	2 41	15 3			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1712.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Oct. 7	3 1	15 5	9 14	0 6	Apogée 5^h m.
	3 15	15 10			
8	3 34	16 0	9 45	0 3 6	N. L. $3^h 25'$ s.
	3 45	16 4 6			
9	4 1	16 5 6	10 17	0 2	
	4 19	16 8			
10	4 28	16 11	10 50	0 4	
	4 36	16 9			
11	5 5	16 10 9	11 19	0 8 6	
	5 22	16 5 8			
12	5 30	16 3 6	11 43	0 11	
	5 47	16 8 6			
13	6 3	15 10	0 26	2 0	Luniſt. mér.
	6 21	15 0 6			
14	6 37	14 11	1 1	2 9	
	7 5	14 2 6			
15	7 23	14 3	1 56	1 10 9	
	8 1	13 6			
16	8 28	13 9	2 55	4 9	P. Q. $11^h 51'$ m.
	9 11	12 10			
17	9 44	13 4 6	4 15	4 9	
18	11 10	13 9 6			
19	0 3	13 9 6			
	0 24	15 2 6			
20	1 3	14 11 3	7 23	1 1	Périgée 11^h s.
	1 27	16 2 3			L. dans l'éq.
21	1 57	16 1 9	8 17	-0 8	
	2 24	17 7			
22	2 45	17 7	9 5	1 6	
	3 10	18 9			
23	3 28	18 6	9 50	-2 4	P. L. $2^h 30'$ m.
	3 54	19 2 6			
24	4 10	18 8	10 37	-2 7	
	4 40	18 11			
25	4 59	18 4 3	11 21	-1 11	
	5 25	18 0 6			
26	5 43	17 8	0 8	-0 8	Luniſt. bor.
	6 8	16 10 6			
27	6 24	16 6	0 50	0 3	
	6 56	15 2			

Jours du mois.	Temps de la haute mer	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Oct. 28	7 11	14 11	1 41	1 8	
	7 37	13 8			
29	8 2	13 9 6	2 37	3 2	
	8 35	12 5			
30	9 4	12 8	4 4	3 9	D.Q. 5h 11′ m.
	9 45	12 3 6			
31	10 25	12 4 6	5 0	4 7	
	11 14	12 5			
Nov. 1	11 37	13 4			
2	0 16	13 3	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
	0 33	13 6			
3	1 3	13 6	. . . . .	. . . .	Apogée 6h s.
	1 24	13 8 6			
4	1 53	14 2			
	2 11	14 6			
5	2 26	15 0 6	8 49	1 4	
	2 47	15 3			
6	2 59	15 9	9 17	1 1	
	3 19	15 11 6			
7	3 40	16 3	9 52	0 4 6	N. L. 9h 5′ m.
	4 3	15 11			
8	4 11	16 6	10 26	0 3 6	
	4 25	16 4			
9	4 46	16 7	11 0	0 6	
	4 57	16 4			
10	5 15	16 7 6	11 38	0 11	Lunist. mer.
	5 36	16 0 6			
11	5 52	16 3	0 10	1 4	
	6 15	15 7			
12	6 33	15 6	1 1	1 11	
	7 0	14 8			
13	7 17	14 11	1 44	3 7	
	7 50	13 9 6			
14	8 24	14 3 6	2 40	3 4 9	P. Q. 9h 25′ s.
	8 47	13 5			
15	9 32	14 1	3 40	3 8	
	10 5	13 5			
16	10 48	14 6 6	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
	11 26	14 3 6			
17	11 57	15 4 6	. . . . .	. . . .	Périgée 1h s.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	Pi. po. li.	
Nov. 18	0 31	15 4 6			
	1 2	16 5 6			
19	1 30	16 6	7 52	0 10	
	1 57	17 2			
20	2 24	17 3	8 43	-0 2	
	2 51	17 11			
21	3 12	18 2	9 33	-0 7	P. L. 1h 23′ s.
	3 34	18 0			
22	3 57	18 2	10 25	1 9	Lunist. Bor.
	4 23	17 9 6			
23	4 41	17 9 6	11 7	-1 7	
	5 8	17 2 6			
24	5 25	17 3	11 58	-0 9	
	5 48	16 4			
25	6 7	16 5 8	0 34	0 3	
	6 31	15 3			
26	6 48	15 5	1 15	1 0 5	
	7 14	14 3 6			
27	7 31	14 6	2 1	2 9	
	7 57	13 5			
28	8 19	13 7	2 54	1 2	
	8 55	12 1 3			D. Q. 0h 8′ m.
29	9 23	13 3	3 52	5 1	L. dans l'éq.
	10 5	12 7			
30	10 20	12 7			
	11 14	12 4 6			
Déc. 1	11 36	12 9	. . . . .	. . . .	Apogée 7h m.
2	0 16	13 2 9			
	0 30	13 11			
3	1 3	14 1 9			
	1 25	13 8			
4	1 36	14 4	8 2	2 8	
	2 8	14 3			
5	2 20	14 9	8 43	1 6	
	2 55	14 9			
6	3 5	15 6	9 21	0 4	
	3 27	15 4			
7	3 44	16 2	9 59	0 1 6	N. L. 1h 55′ m.
	4 2	15 9			

Déc. 8

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-def. ou au-def. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Déc. 8	4 18	16 8			
	4 36	16 0	10 35	0 1	Luniſt. mér.
9	4 56	16 11			
	5 16	16 3	11 19	-0 2	
10	5 34	17 0			
	5 59	16 4	0 6	0 5	
11	6 18	16 11			
	6 38	15 10	0 43	0 11	
12	7 5	16 3 6			
	7 30	15 2 9	1 28	1 3 6	
13	8 3	15 10			
	8 24	15 0	2 9	2 2	L. dans l'éq.
14	8 53	15 2 6			
	9 26	14 0	3 19	2 9	P. Q. 5h 17′ m.
15	10 5	14 9			
	10 47	14 4 4	.....	....	Périgée 2h m.
16	11 18	15 1			
	11 57	15 0			
17	0 26	15 10			
18	0 57	15 3			
	1 26	15 10			
19	1 58	16 6			
	2 20	16 5			
20	2 45	16 10			
	3 10	16 18	9 6	-0 2	Luniſt. bor. décl. 21 deg.
21	3 32	17 8 9			
	3 58	17 10	9 48	0 0	P. L. 2h 17′ m.
22	4 16	18 3			
	4 38	17 6	10 39	-0 1	
23	4 55	17 1 6			
	5 19	16 1 8	11 35	-1 0 6	
24	5 38	16 8			
	5 57	15 6	0 0	-0 4	
25	6 19	15 9			
	6 37	14 5 6	0 45	0 3	
26	6 54	14 8			
	7 9	13 7 6	1 14	1 4	
27	7 35	13 9			
	7 57	12 9 6	1 52	2 4	L. dans l'éq.

Jours du mois	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la basse mer, au-def. ou au-def. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1714.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Déc. 28	8 3	12 10			D. Q. 9h 21′ s.
	8 40	11 11	2 49	3 0 9	Apogée 9h s.
29	9 11	12 2			
	9 41	11 7 9	3 26	4 1	
30	10 3	11 8			
	10 55	11 9			
31	11 16	11 7			
	11 54	12 4			
1715. Ja. 1	0 7	12 3 6			
2	0 52	13 2			
	1 13	13 2			
3	1 39	14 1	. . . . .	. . . .	Lunist. mér.
	2 7	14 2			Décl. 21°.
4	2 28	15 4			
	2 48	15 3 6			
5	3 6	16 5	9 25	0 1 9	N. L. 4h 52′ s.
	3 26	16 0			
6	3 45	17 1	10 8	-0 9	
	4 12	16 7			
7	4 29	17 8	10 49	-1 2	
	4 51	17 1 6			
8	5 10	17 11 8	11 32	-1 2	
	5 34	17 3			
9	5 51	17 11 4	0 14	-1 1	
	6 10	16 10 6			
10	6 36	17 8	0 57	-0 2 4	L. dans l'éq.
	7 0	16 1 9			
11	7 28	16 5	1 44	0 5	Perigée 3h soir.
	7 44	15 2			
12	8 21	15 5	2 43	1 3	P. Q. 0h 51′ s.
	8 52	13 9			
13	9 19	14 7	3 30	2 10	
	9 53	13 3			
14	10 31	13 1			
	11 12	12 9			
15	11 48	13 8 6			
16	0 28	13 11 3	. . . . .	. . . .	Lunist. bor.
	1 8	13 11			
17	1 33	14 7			
	2 6	14 10 3			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-def. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Janv. 18	2 27	15 7 6	8 48	0 2	
	2 52	15 4 6			
19	3 15	16 4	9 35	-0 6	P. L. 5h 16′ s.
	3 36	16 0 6			
20	3 55	16 9	10 18	-0 11	
	4 11	16 4			
21	4 21	16 11	10 51	-1 2	
	4 47	16 2 6			
22	5 1	16 11			
	5 19	16 3			
23	5 30	16 8	11 58	0 6	L. dans l'éq.
	5 48	16 0			
24	6 6	16 0 6	0 41	1 3	
	6 35	15 8			
25	6 35	15 5 6	0 59	2 3 6	Apogée 10h m.
	7 3	14 11			
26	7 12	14 7	1 39	3 4 6	
	7 35	14 3			
27	7 47	14 3	2 17	5 0	D. Q. 6h 55′ s.
	8 8	13 7			
28	8 31	13 3	3 18	5 6	
	9 30	12 1 6			
29	9 38	11 8	4 22	5 0	
	10 35	11 9 4			
30	11 12	11 8			
31	0 5	12 5			
	0 40	13 6 6	.....	....	Lunist. mer.
Fév. 1	0 56	13 8			
	1 34	13 7			
2	1 57	15 1	8 17	1 5 8	
	2 25	15 3 6			
3	2 45	16 6 6	9 11	- 0 2	
	3 6	16 5 6			
4	3 28	17 10	9 44	-1 3 6	N. L. 5h 20′ m.
	3 49	17 6			
5	4 7	18 10	10 33	-2 2	
	4 33	18 2			
6	4 50	19 0 9	11 11	-2 10 4	L. dans l'éq.
7	5 33	18 11	11 55	-2 7	
	5 49	18 0			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Fév. 8	6 20	18 7	0 38½	-1 0 6	Périgée 4h m.
	6 35	17 7			
9	6 57	17 2	1 20	-0 1	
	7 23	16 3			
10	7 45	15 6 6	2 9	1 2 6	P. Q. 9h 18′ s.
	8 4	14 4			
11	8 37	14 10 6	3 11	2 7	
	9 27	13 1			
12	10 2	12 6 6	. . . . .	. . . .	Luniſt. bor.
	10 33	12 5			
13	11 33	12 6			
14	0 22	13 2 6			
	0 52	13 4 4			
15	1 22	14 1			
	1 57	14 3			
16	2 15	15 5	8 31	1 2	
	2 35	15 7 6			
17	2 53	16 8	9 16	0 8 6	
	3 14	16 9			
18	3 35	17 10	9 53	0 7	P. L. 9h 54′ s.
19	4 7	17 11	10 26	0 4 6	
	4 23	17 7			
20	4 41	18 3	11 2	0 6 6	Lune dans l'éq.
	4 50	17 4 9			
21	5 8	17 2	11 23	-0 0 6	Apogée 11h s.
	5 18	16 11			
22	5 34	16 8	11 58	0 7	
	5 55	15 10 6			
23	6 0	15 8	0 31	1 3 3	
	6 24	15 0			
24	6 34	14 6 3	1 3	2 3 3	
	7 4	14 0 6			
25	7 6	13 7	1 43	3 2	
	7 40	12 11 6			
26	7 44	12 2 8	8 24	. . . .	D. Q. 2h 22′ s.
	8 24	11 8			
27	8 58	11 1 6	3 26	4 10	Luniſt. mer.
	9 43	11 3			
28	10 30	10 11 9			
	11 21	11 7			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-def. ou au-def. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mars 1	11 53	11 8 3			
	0 30	13 0			
2	1 4	13 4			
3	2 1 s.	14 11	8 5 m.	1 4	
	2 12	16 5			
4	2 44	16 10	8 37 m.	-0 10	
	3 3	18 0			N. L. 4^h 3′ s.
5	3 20	17 9	9 25	-2 2	Lune dans l'éq.
	3 46	18 9			
6	4 11	18 5	10 3	-3 2	
	4 33	19 8			
7	5 0	18 11	10 49	-3 0	Périgée 5^h s.
	5 14	19 8			
8	5 31	18 7	11 35	-2 9	
	5 59	19 0			
9	6 21	18 2 9	0 19 s.	-1 3	
	6 43	17 7			
10	7 2	16 6			
	7 32	15 10 9			
11	7 54	15 1 6	1 55	0 9	
	8 29	14 0			P. Q. 7^h 33′ m.
12	9 4	13 9	2 52	3 7	Lunist. bor.
	9 47	12 10			
13	10 29	13 0	4 6	4 9 6	
	11 22	13 0 6			
14	11 52	13 8 6	5 38	5 0	
15	0 35 s.	13 8			
16	1 7	14 4			
	1 34	14 8 6			
17	1 55	15 7 6	8 16	1 11	
	2 17	15 9			
18	2 34	16 2	8 58	0 9 6	
	3 6	15 11 6			
19	3 13	16 9	9 28	0 7 6	Lune dans l'éq.
	3 30	17 1 6			
20	3 39	17 4 9	10 2	0 4 6	P. L. 3^h 28′ m.
	4 4	17 4			
21	4 12	17 5			
	4 27	17 8 6	10 36	0 7	Apogée à midi.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mars 22	4 43	17 1	10 59	● 2	
	4 55	16 11 6			
23	5 2	17 5	11 29	1 2 6	
	5 31	16 7 9			
24	5 39	16 6	0 1 s.	1 10	
	5 56	15 10			
25	6 8 m.	14 11	0 35	2 1	
26	6 41	14 1	1 11	3 1	Lunist. mer.
	7 9	13 10			
27	7 27	12 11 9	1 58	4 1	
	7 58	13 10			
28	8 29	11 9 9	2 57	4 8	D. Q. 6h 31′ m.
	9 7	12 0			
29	9 59	11 4	4 27	4 10	
	10 42	11 11 9			
30	11 30	11 11	5 54	3 6	
31	0 46	13 6			
Avril 1	1 6	14 9 6	7 28	0 8	
	1 34	15 2			
2	2 4	16 7	8 14	-0 9	Lune dans l'éq.
	2 24	16 9			
3	2 47	18 0 9	3 16		
	3 16	18 1			N. L. 1h 20′ m.
4	3 33	19 4	9 47	-1 5	Périgée 7h m.
	3 55	19 0			
5	4 16	19 11			
	4 44	19 4			
6	5 3	19 8 4	11 25	-2 5	
	5 22	19 0			
7	5 49	18 9 6	0 8 s.	-1 1	
	6 9	18 3 3			
8	6 30	17 4	0 54	0 4	Lunist. bor.
	6 56	16 4 6			
9	7 21	15 6	1 40	1 10 3	
	7 56	14 10 6			
10	8 24	13 11	2 42	3 5	P. Q. 7h 4′ s.
	8 45	13 9			
11	9 38	13 4 6	3 59	4 7	
	10 6	12 11 9			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Avril 12	10 55	13 0	5 14	5 1	
	11 33	13 9			
13	0 22 s.	13 11			
	0 42	14 9			
14	1 13	15 6	7 15	4 7	
	1 23	15 1 6			
15	1 49	15 0	7 57	2 6	Lune dans l'éq.
	2 7	15 4			
16	2 46	15 6	8 33	1 6	
	2 46	15 11			
17	3 3	16 3 9	9 14	0 11	
	3 21	16 4 8			P. L. 8h 50′ s.
18	3 36	16 5 6	9 43	0 4 6	Apogée 2h m.
	3 55	17 4			
19	4 27	17 9	10 19	1 8	
	4 24	16 9 8			
20	4 59	17 0	10 55	0 10	
	4 58	16 3			
21	5 12	16 3	11 11	0 5	
	5 28	15 8 8			
22	5 41	15 11	11 43	1 3	
	5 58	15 4 8			
23	6 14	15 7	0 19 s.	2 3	Lunist. mérid.
	6 33	14 9			
24	6 57	14 10	1 2	3 1 3	
	7 13	14 0 8			
25	7 51	14 1	1 40	4 0	
	8 17	13 1			
26	8 53	13 6	2 43	4 7 6	D. Q. 5h 6′ s.
	9 29	12 6			
27	10 11	13 1	3 58	4 5 6	
	10 55	12 5			
28	11 31	13 6	5 15	3 4	
29	0 15 s.	13 5	7 0	2 7 6	Lune dans l'éq.
	0 43	14 9			
30	1 12	14 9			
	1 36 m.	16 3			
Mai 1	2 2	16 4 6	2 2	. . . .	Périgée 8h s.
	2 27	17 4			
2	6 55	17 5 4			

Jours du mois.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mai 3	3 15	18 3	9 36	-2 5	N. L. 9^h 44′ m.
	3 39	18 2			
4	4 7	18 6 6	10 22	-2 6	
	4 27	18 5			
5	4 53	18 4	11 5	1 10	Luniſt. bor.
	5 26	18 3			
6	5 38	17 9 9	11 58	-0 8	
	6 3	17 10 6			
7	6 23	16 8 6	0 42	0 4	
	6 45	16 4			
8	7 14	15 3 8	1 34	2 0	
	7 36	15 7			
9	8 5	14 6	2 19	3 1 3	
	8 33	13 11 6			
10	9 11	12 9	3 30	3 7	P. Q. 8^h 36′ m.
	9 41	12 10			
11	10 18	12 4	4 36	4 4 6	
	10 50	13 2			
12	11 27	12 11 6	5 48	4 4	L. dans l'éq.
	11 55	13 3			
13	0 31	13 4	6 23 m. / 6 35 ſ.	3 8 / 3 9	
	0 55	13 11 8			
14	1 29	15 3 6	7 19	3 2	
	1 41	14 6			
15	2 0	14 9	8 6	2 3 9	Apogée 3^h ſ.
	2 20	14 11 6			
16	2 33	15 8	8 39	2 1	
	2 50	14 2			
17	3 14	18 9	9 22	0 11 6	
	3 30	15 8 6			
18	3 46	16 1	9 50	0 10 9	P. L. 0^h 52′ ſ.
	4 5	15 9 8			
19	4 17	16 5	10 28	0 8 6	
	4 31	15 9 6			
20	4 52	16 0	10 55	0 5	Luniſt. mér.
	5 11	15 6			
21	5 32	16 1	11 33	0 11	
	5 51	15 2			
22	5 58	15 7	0 9 ſ.	1 3	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la baisse mer.	Hauteur de la baisse mer, au-def. ou au-dessus du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mai 23	6 28	14 7			
	6 54	15 2	0 47	1 11	
24	7 15	13 8			
	7 45	13 11	1 38	2 1	
25	7 57	12 9			
	8 43	12 6 3	2 32	2 4 6	
26	9 11	12 7 6			
	9 53	13 4	3 43	2 8	D.Q. 2h 25′ m.
27	10 24	12 10			
	10 59	13 9	4 55	2 5	Lune dans l'éq.
28	11 40	13 6 6	5 56	1 8	
29	0 8 m.	14 8			
	0 48 f.	14 11	7 5 f.	1 1	Périgée 10h m.
30	1 10	16 0			
	1 39	16 6	7 28 m.	0 8 6	
31	2 6	17 3 8			
	2 33	17 5	8 24 m.	-0 2	
Juin 1	3 0	17 8			
	3 28	18 2	9 16	0 9	N. L. 5h 47′ f. Luniſt. bor.
2	3 52	18 2			
	4 12	18 3 9	10 15	1 0	
3	4 34	18 0			
	4 59	18 2	10 56	-0 11	
4	5 23	17 7			
	5 42	17 7	11 37	-0 4	
5	6 4	16 5 6			
	6 27	16 6	0 27	0 3	
6	6 53	15 5			
	7 17	15 5 6	1 10	1 2	
7	7 39	14 5			
	7 58	14 7	1 50	2 8	
8	8 22	13 6			
	8 49	13 5	2 53	3 2 6	P. Q. 11h 41′ f.
9	9 22	12 5			
	9 42	12 6	3 38	3 8	Lune dans l'éq.
10	10 32	12 3 6			
	10 46	12 5 8	4 53	4 3	
11	11 41	12 4			
	11 59	12 4 6	5 48	4 0	
12	0 28	12 8	6 42	3 2 6	Apogée 4h m.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-deſſus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la baſſe mer, au-deſſus ou au-deſſous du point fixe.	Circonſtances des Obſervations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juin 13	0 54	12 8	7 25	3 1	
	1 24	13 9			
14	1 47	13 9 8	7 58	2 8 6	
	2 3	14 10			
15	2 22	14 8	8 41	1 11	
	2 42	15 3			
16	3 3	15 1	9 16	1 5	Luniſt. mér.
	3 19	16 0			
17	3 39	15 5	9 56	0 10	P. L. 2h 35′ m.
	3 57	16 2			
18	4 17	15 8 8	10 37	0 6	
	4 33	16 4			
19	4 54	15 10	11 14	0 4 6	
	5 13	16 5			
20	5 32	15 8	11 48	0 6	
	5 57	16 6 6			
21	6 12	15 9 8	0 34	0 11 6	
	6 41	16 4			
22	6 52	15 3 6	0 49	1 5	
	7 28	15 10			
23	7 39	14 9	2 7	2 3	Lune dans l'éq.
	8 15	15 3			
24	8 45	13 9	2 10	2 1	D. Q. 8h 12′ m.
	9 15	14 4			
25	9 45	13 6	4 17	2 4 6	Périgée 11h ſ.
	10 23	14 1			
26	11 2	13 7 6	5 31	1 9 3	
	11 32	14 0 8			
27	0 17	14 2 6	5 56 m. / 6 33 ſ.	1 8 / 1 3 6	
28	0 49	14 8 8	7 2	1 1 6	
	1 20	15 4			
29	1 46	15 8	8 3	0 7	Luniſſ. bor.
	2 6	16 7			
30	2 38	16 8	8 55	0 7	
	3 5	17 3			
Juillet 1	3 31	16 11	9 48	-0 6	N. L. 2h 16′ m.
	3 55	17 8			
2	4 22	17 4	10 34	0 6 6	S. O.
	4 36	17 8 6			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juil. 3	5 5	17 4	11 29	0 2	
	5 22	18 0			
4	4 41	17 2	11 56	0 6	S. O. bon frais.
	5 57	17 2 6			
5	6 19	16 1	0 49	1 0	O. bon petit frais, nuages.
	6 29	16 2			
6	6 59	15 3	1 12	1 11 6	Lune dans l'éq.
	7 23	15 3 6			
7	7 26	14 5	1 59	3 0	
	7 55	14 0 6			
8	8 22	13 2	2 42	3 8	P. Q. 8h 16′ s.
	8 38	13 0 9			
9	9 4	12 6	3 35	4 6	Apogée 6h soir.
	9 38	12 9			
10	10 17	12 4	4 38	4 10 6	
11	11 29	12 2	5 37	4 5	
	11 52	12 2			
12	0 33	12 10	6 47	2 8	
13	0 54	12 11			
	1 32	14 0			
14	1 49	13 9	8 4	2 4	Lunist. mer.
	2 10	14 8 6			
15	2 50	14 6	8 51	1 9	
	2 53	16 3			
16	3 13	16 0	9 33	1 1	P. L. 2h 16′ s.
	3 39	17 0			
17	3 55	16 7	10 12	0 7	
	4 12	17 11			
18	4 31	17 3			
	4 51	17 11			
19	5 13	17 2	11 33	0 3	
	5 32	17 0			
20	5 54	17 0	0 11	0 2	Lune dans l'éq.
	6 20	17 3 6			
21	6 36	16 3	0 56	0 3	
	7 7	16 7 6			
22	7 21	15 5 8	1 45	1 1	
	7 47	15 9			
23	8 18	14 7 8	2 22	1 9	D. Q. 1h 8′ s.
	8 50	14 9			Périgée 1h s.

Jours du mois.		Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.		H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juil.	24	9 19	13 9			
		9 43	13 9			
	25	10 43	13 5 8	4 59	0 11	
		11 20	13 8			
	26	11 55	13 10	6 26	2 4	
		0 31	14 1			
	27	1 7	14 9	7 30 f.	1 6	Lunist. bor.
		1 41	14 10 8			
	28	2 0	15 8	7 59	1 5	
		2 36	15 7			
	29	2 58	16 6	8 49	0 2 6	
		3 23	16 3			
	30	3 41	17 3 6	9 31	0 0	N. L. 0^h 1′ f.
		4 7	16 10			
	31	4 18	17 8	10 24	0 5	
Août	1	4 41	16 11			
		5 0	17 5			
	2	5 18	16 8 8	11 41 m.	0 3	Lune dans l'éq.
		5 44	17 0			
	3	5 53	16 3 8	0 7 f.	0 5	
		6 12	16 4			
	4	6 21	15 7	0 45	1 2	
		6 46	15 4 3			
	5	7 4	14 7	1 20	2 2	
		7 23	14 1			
	6	7 35	14 5 8	2 0	1 0	Apogée 7^h m.
		7 55	12 11 6			
	7	8 18	12 4	2 48	3 11	P. Q. 6^h 5′ m.
		8 34	11 11			
	8	9 7	11 8	3 44	4 5 6	
		9 47	11 3			
	9	10 27	11 6	5 1	4 8	
		11 14	11 2			
	10	11 58	12 1	6 19 f.	4 2	Lunist. mer.
	11	0 34	12 2	6 48	4 0	
		1 4	13 7	7 10	3 3	
	12	1 24	13 9	7 47 m.	3 3	
		1 52	15 2			
	13	2 15	15 2 6	8 26	2 5 4	
		2 33	16 7			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Août 14	2 55	16 3			
	3 14	17 4	9 12	0 8	
15	3 39	16 11			
	3 54	18 7	9 52	-0 1	P. L. 0^h $9'$ m.
16	4 22	18 0			
	4 42	19 0	10 41	-1 0	
17	5 2	18 3			
	5 20	19 0	11 19	-1 3	Lune dans l'éq.
18	5 41	18 1			
	6 6	18 5 6	0 2 f.	1 2 6	
19	6 22	17 4			
	6 51	17 5			
20	7 5	16 4			
	7 36	16 4	1 32	0 9	Périgée 2^h m.
21	8 3	15 3			
	8 39	14 8 6	2 29	1 11	
22	9 16	13 10			
	9 51	13 1	.....	....	D. Q. 0^h $16'$ m.
23	10 23	12 11			
	11 6	12 9 6	4 49	3 5	Lunist. bor.
24	11 50	13 4	6 17	3 0	
25	0 22	13 4 8			
	1 3	14 5	6 42	3 0	
26	1 35	14 8			
	2 2	16 0	7 51	2 2	
27	2 24	16 1			
	2 38	16 7			
28	3 10	16 2			
	3 26	16 11	9 23	-0 2	
29	3 48	16 7 8			
	4 2	17 4	10 3	-0 5	N. L. 0^h $24'$ m.
30	4 21	16 10			
	4 34	17 3	10 37	-0 7	Lune dans l'éq.
31	4 55	17 0			
	5 8	17 3	11 9	0 0	
Sept. 1	5 23	16 8 6			
	5 43	16 5			
2	5 55	16 10			
	6 14	16 6 9	0 12 f.	0 10 6	Apogée 8^h f.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	Pi. po. li.	
Sept. 3	6 22	15 1 6	0 51 s.	1 10	
	6 39	14 6			
4	6 54	14 2	1 24	2 10	
	7 16	17 7			
5	7 37	16 4	2 3	4 1	
	8 13	12 9			
6	8 38	12 3 6	2 54	5 0	P. Q. 4h 53′ m.
	8 59	11 9			Luniſt. mér.
7	9 48	12 1	4 12	5 9	
	10 21	11 6			
8	11 12	12 2	5 39	5 0	
	10 54	12 2			
9	0 30	13 3			
10	1 6	13 5			
	1 31	14 10			
11	1 50	15 5			
	2 14	17 0			
12	2 37	16 6	8 51 m.	0 1	
	2 59	17 10			
13	3 21	17 7	9 40 m.	1 4	P. L. 9h 23′ m.
	3 45	18 9			Lune dans l'éq.
14	4 13	18 2	10 22 s.	2 3 6	
	4 27	19 2			
15	4 48	18 6 8	11 4 m.	2 8	
	5 12	19 4			
16	5 22	18 5	11 54 s.	2 2	Périgée 3h s.
	5 49	18 6			
17	6 7	17 8	0 33	1 4	
	6 36	17 5 6			
18	6 54	16 5	1 17	0 0	
	7 27	15 8			
19	7 43	14 10 8	2 15	1 9	Luniſt. Bor.
	8 23	14 1			
20	8 59	13 5 8	. . . . .	. . . .	D. Q. 0h 25′ m.
	9 35	12 6 8			
21	10 13	12 8			
	11 5	12 2 8			
22	11 46	13 0			
	0 22	13 5			
23	1 0	14 6			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Sept. 24	1 27	14 5	7 43 m.	2 1	
	1 37	15 2			
25	1 58	15 0	8 24	1 3	
	2 28	16 0			
26	2 50	16 1	9 7	0 6	L. dans l'éq.
	3 6	16 7			
27	3 24	16 9	9 39	0 0	N. L. 3h 28′ s.
	3 42	16 10			
28	3 59	16 11	10 15	0 0	
	4 13	17 2 3			
29	4 30	16 9 6	10 46	0 1	
	4 42	16 8 6			
30	4 58	16 5	11 17	0 2	Apogée 10h m.
	5 13	16 3			
Octob. 1	5 28	16 0	11 50 m.	0 10	
	5 38	15 6 6			
2	6 2	15 7	0 19 s.	1 9	
	6 8	14 7			
3	6 24	14 7	0 51	2 6	
	6 40	13 0			
4	7 5	13 5 8	1 30	3 5 6	Lumist. mér.
	7 47	12 7			
5	7 50	12 8	2 23	4 8	P. Q. 5h 3′ m.
	8 27	12 2			
6	9 22	12 7	3 40	5 5	
	10 1	11 5			
7	10 37	12 4	4 58	4 11	
	11 25	12 5 6			
8	0 2	14 0			
9	0 39	13 11			
	1 0	15 2			
10	1 28	16 1	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
	1 55	16 11			
11	2 18	16 8 8			
	2 41	17 11 6			
12	3 3	18 0	9 19 m.	-1 3	P. L. 6h 39′ s.
	3 29	19 7			
13	3 41	20 6	10 1	-2 0	
	4 2	20 1			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Oct. 14	4 26	20 0	10 51	-1 11 3	Périgée 4h m.
	4 58	20 4			
15	5 5	19 7	11 33	1 6	
	5 35	19 10			
16	5 56	17 11	0 19 s.	-0 2	Lunist. bor.
	6 23	18 1 6			
17	6 44	17 4	1 11	1 0	
	7 17	16 7			
18	7 39	16 0			
	8 11	14 7			
19	8 37	14 3 8	3 11	3 4	D. Q. 1h 57′ s.
	9 20	12 9 6			
20	9 58	14 4	4 24	4 6	
	10 44	13 1			
21	11 30	13 10			
22	0 3	13 4			
	0 24	14 3			
23	0 54	14 4	. . . .	. . . .	Lune dans l'éq.
	1 20	14 6			
24	1 46	15 4			
	2 5	16 4			
25	2 25	16 6			
	2 44	16 5			
26	3 3	16 0			
	3 21	16 2 6			
27	3 38	16 7			N. L. 9h 16′ m.
	3 48	16 6	9 50 m.	0 7	Apogée 11h s.
28	4 4	16 11			
	4 23	16 7 6	10 29	0 7	
29	4 37	16 7			
	4 51	16 3	10 55	0 5	
30	5 4	16 2			
	5 19	15 11	11 34	0 8	
31	5 35	16 0			
	6 8	15 0	11 57	1 6	Lunist. merid.
Nov. 1	6 15	15 0			
	6 30	14 3	0 22	0 11 6	
2	6 51	14 4			
	7 6	14 4 6	1 15	2 10	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-deſſus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la baſſe mer, au-deſſ. ou au-deſſ. du point fixe.	Circonſtances des Obſervations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Nov. 3	7 34	13 5	2 43 ſ.	3 10	
	8 4	12 7 6			
4	8 24	13 0	3 8	3 10	P. Q. 6h 53′ ſ.
	9 11	11 5			
5	9 46	12 0	4 26	4 7	
	10 52	11 11 6			
6	11 24	13 1			
	0 0	13 5			
7	0 27	14 6	. . . . .	. . . .	L. dans l'éq.
8	0 52	14 10			
	1 31	16 0			
9	1 44	16 5			
	2 11	17 5			
10	2 38	17 8	8 56 m.	-1 3	Périgée 5h ſ.
	3 2	18 5			
11	3 29	18 6 6	9 43	-2 3	P. L. 4h 30′ m.
	3 53	19 0			
12	4 6	19 0	10 34	-2 1	
	4 38	19 3			
13	4 48	19 1 6	11 24	-2 0	Luniſt. bor.
	5 28	18 11			
14	5 45	18 6	0 3 ſ.	1 0	
	6 12	17 5			
15	6 29	17 5			
	7 5	15 11			
16	7 22	15 10	1 50	1 6	
	7 59	14 6			
17	8 10	14 6	2 48	2 8	
	8 57	13 4			
18	9 24	13 7	3 59	3 11	D. Q. 4h 24′ ſ.
	10 7	12 8			
19	10 44	12 9			
	11 35	12 10			
20	11 12	12 11	. . . . .	. . . .	Lune dans l'éq.
21	0 22	12 10			
	0 50	13 11			
22	1 6	14 7 8			
	1 38	14 4			
23	1 55	14 6	8 13 m.	1 10	
	2 18	14 5			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Nov. 24	2 34	15 1	8 52	1 6	Apogée à midi.
	2 40	15 1			
25	3 7	15 9			
	3 29	15 11 8			
26	3 41	16 6	9 57	1 0	N. L. 4h 18′ m.
	4 4	15 11 6			
27	4 15	16 5	10 35	0 6	Lunist. mer.
	4 49	15 6 9			
28	4 47	15 10 6	11 8	0 4	
	5 0	15 4			
29	5 19	15 7	11 46	0 5	
	5 42	15 9			
30	6 5	15 2 8	0 17 s.	0 9	
Déc. 1	6 42	14 7	0 54	1 6	
	6 58	13 9			
2	7 18	14 1	1 46	2 0 6	
	7 50	13 3			
3	8 16	14 0	2 33	3 2	P. Q. 9h 39′ s.
	8 41	13 2			
4	9 20	14 0 8	3 40	3 5	Lune dans l'éq.
	10 0	13 4			
5	10 25	14 4			
	11 16	14 0			
6	11 36	15 2 6			
7	0 13	15 5			
	0 42	16 2			
8	1 19	16 1	. . . . .	. . . .	Périgée 7h m.
	1 48	16 7			
9	2 12	17 1	8 34 m.	-0 3	
	2 32	17 5			
10	2 59	17 5	9 26	-1 6	P. L. 3h 1′ s.
	3 27	17 5 6			Lunist. bor.
11	3 51	16 6	10 15	-2 3	
	4 19	17 11			
12	4 42	16 10	10 49	-2 4	
	5 12	17 8 6			
13	5 27	18 1	11 51	-1 2	
	5 53	17 9			
14	6 6	17 11 8	0 39 s.	-0 2	
	6 36	16 4			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1715.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Déc. 15	6 47	16 4	1 23	0 5	
	7 24				
16	7 41	14 10 9	2 4	1 7 6	
	8 12	13 8			
17	8 23	13 7 6	2 59	2 8	D. Q. 6h 21′ m.
	8 58	12 7			Lune dans l'éq.
18	9 17	12 6			
	10 18	12 1 6	3 59	3 6	
19	10 27	12 2			
	11 17	12 3 9			
20	11 51	12 3			
21	0 48	12 8			
22	1 15	13 4 6	.....	....	Apogée 2h m.
	1 3	13 3			
23	2 13	14 2	8 24 m.	2 4	
	2 24	14 2 0			
24	2 58	14 11	8 59	1 1	Lunist. mérid.
	3 3	15 11			
25	3 33	15 7	.....	....	N. L. 11h 41′ s.
	3 43	15 4			
26	3 49	16 2	10 9	0 5	
	4 4	15 9			
27	4 33	16 5	10 51	0 2	
	4 37	16 1 6			
28	5 15	16 2			
29	5 33	16 8	11 20	0 4	
	5 55	15 10 6	11 53	0 0	
30	6 17	16 7 6	0 33 s.	0 11	
	6 37	15 10			
31	6 56	16 7	1 18	2 0	Lune dans l'éq.
	7 26	16 0			
1716. Ja. 1	7 39 m.	16 9	1 46 s.	2 9	
	8 16	15 2			
2	8 29	15 5 6	.....	....	P. Q. 1h 6′ m.
	8 59	14 10			
3	9 31	14 10			
	10 21	14 0			
4	10 51	14 5	.....	....	Perigée 8h soir.
	11 34				
5	0 9 s.	15 0			

Jours du mois	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-def. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Janv. 6	0 43	15 2			
	1 16	16 0			
7	1 53	15 8	8 9 m.	1 3	Lunist. bor.
	2 15				Décl. 19° ¾.
8	2 37	16 11	9 2	-0 8	
	3 4	17 0 6			
9	3 34	16 8 9	9 56	-1 9 6	P. L. 2h 30′ m.
	3 57	17 0 6			
10	4 15	17 6	10 19	-1 8	
	4 40	17 1			
11	4 57	17 4	11 27	-2 6	
	5 22	16 8			
12	5 30	17 5 8	0 2	-1 6	
	6 17	16 11			
13	6 20	16 11	0 39	-0 6	Lune dans l'éq.
	6 38	15 8			
14	6 57	15 8	1 21 f.	1 1	
	7 22	15 9			
15	7 18	14 5	2 3	1 5	
	7 56	13 7			
16	8 13	13 3	2 47	3 9	D. Q. 8h 57′ f.
	8 42	12 9 6			
17	9 14	12 6	3 35	4 10 4	
	9 48	11 9			
18	10 18	11 10	. . . . .	. . . .	Apogée 3h f.
	11 5	12 1			
19	0 10	12 8			
20	0 13	12 10			
	0 43	12 11 6			
21	1 14	13 7 4	. . . . .	. . . .	Lunist. mér.
	1 32	13 6			
22	1 59	14 4			
	2 25	14 2			
23	2 42	15 3			
	3 1	14 11 6			
24	3 20	16 1	. . . . .	. . . .	N. L. 3h 23′ f.
	3 38	15 7			
25	3 55	16 6			
	4 12	16 0			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-deſſus du point fixe.	Temps de la baſſe mer.	Hauteur de la baſſe mer, au-def. ou au-def. du point fixe.	Circonſtances des Obſervations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Janv. 26	4 21	16 6			
	4 54	16 7	10 54 m.	-1 5	
27	5 29 ſ.	17 2	11 30 m.	-1 5	
28	5 29	16 10			
	6 13	17 1	0 29 ſ.	-0 2	Lune dans l'éq.
29	6 26	17 8			
	6 43	16 10	0 46	0 7	
30	7 10	17 4			
	7 35	16 2	1 31	1 8	
31	7 57	16 2			
	8 26	15 7	2 20	3 1	P. Q. 3^h 23′ ſ.
Fév. 1	8 49	15 1			
	9 38	14 3	3 8 ſ.	4 0	Périgée 10^h m.
2	10 16	14 0			
	11 7	14 0			
3	11 48	13 10	. . . . .	. . . .	Luniſt. bor.
	0 22	14 8			
4	0 48	15 6			
	1 19	16 0			
5	1 44	16 9 6			
	2 20	17 8			
6	2 52	17 5			
	3 30	18 0			
7	3 38	18 6	. . . . .	. . . .	P. L. 3^h 22′ ſ.
	3 54	18 10			
8	4 16	18 7	10 49 m.	-1 9	
	4 31	19 0 4			
9	4 16	18 7	10 51	-0 8	
10	4 47	18 2			
	5 20	17 6	11 25	-0 $11\frac{1}{2}$	Lune dans l'éq.
11	5 41	17 5			
	6 6	16 4 6	0 14 ſ.	-0 2	
12	6 28	16 7			
	6 35	15 1	0 46	-0 3	
13	6 47	14 9			
	7 21	13 11	1 19	1 6	
14	7 34	13 7			
	7 51	12 11	1 57	2 10	
15	8 17	12 3			D. Q. 10^h 25′ m.
	8 39	11 8 6	2 43	4 0	Apogée 4^h m.

Jours du mois.	Temps de la baſſe mer.	Hauteur de la pleine mer, au-deſſus du point fixe.	Temps de la baſſe mer.	Haut. de la baſſe mer, au-deſſus ou au-deſſous du point fixe.	Circonſtances des Obſervations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Fév. 16	8 59	11 0	4 10	4 2	
	9 34	10 9			
17	10 30	10 7	4 57	5 0	Luniſt. mér.
	11 28	11 5			
18	0 6	12 4			
19	0 35	12 3 8			
	1 4	12 5			
20	1 29	13 8			
	2 56	13 9 8	7 41	2 0	
21	1 53	15 0	8 35	0 10 6	
	2 16	15 7			
22	2 50	17 1 8	9 10	0 6	
	3 12	17 0			
23	3 28	17 10	9 55 f.	-1 2	N. L. 5h 27′ m.
	3 50	17 8			
24	4 18	17 1	. . . . .	. . . .	Lune dans l'éq.
	4 20	17 11			
25	4 48	17. 7	11 13	2 6	
	5 9	17 8			
26	5 29	18 3	11 51	2 4	
	5 52	17 4 6			
27	6 5	17 7 6	0 34	-1 5	
	6 26	16 8			
28	6 51	16 4 8	1 25	-0 6	Périgée 11h f.
	7 23	15 5			
29	7 33	14 10 6	2 4	0 10	
	8 5	13 11			
Mars 1	8 45	13 3 6	3 7	2 3	P. Q. 5h 37′ m.
	9 14	12 11			Luniſt. bor.
2	10 7	12 6 8			
	10 48	12 6 4			
3	11 0	12 5 8			
4	0 32	13 2 6			
	0 51	13 5			
5	1 21	14 5	7 42 m.	0 2 6	
	1 49	14 8			
6	2 13	15 7	8 33	-0 11	
	2 42	15 8			
7	2 56	16 1	9 20	-1 8	
	3 21	16 8			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-dess. ou au-dess. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mars 8	3 36	17 4	10 5	-1 11	P. L. 5h 48′ m.
	4 0	17 2			Lune dans l'éq.
9	4 13	17 8 4	10 35	-1 7	
	4 31	17 5 6			
10	4 49	17 5	11 8	-1 0	
	5 4	16 11 6			
11	5 22	16 11	11 41	-0 4	
	5 36	16 7			
12	5 45	16 4 6	0 19	0 1	
	6 18	17 6			
13	6 22	15 3	0 54	1 2	Apogée 6h f.
	6 41	14 4 6			
14	6 49	13 6 8	1 31	1 11 6	
	7 21	12 11			
15	7 34	12 1 6	1 57	3 4	D. Q. 11h 24′ f.
	7 52	11 10			
16	8 25	10 11	2 54 f.	4 1	Lunist. mer.
	8 51	10 10			
17	9 40	10 5			
	10 32	10 10 8			
18	11 13	10 10			
	11 51	11 11 6			
19	0 26	12 0	6 15 m.	3 7 6	
20	0 53	13 1 8	7 19	1 11	
	1 24	13 2			
21	1 50	14 6	8 4	0 4 6	
	1 31	14 7			
22	2 31	16 1	8 33	-0 7	Lune dans l'éq.
	2 58	16 2 4			
23	3 16	16 11	9 27	-2 3	N. L. 5h f.
	3 41	17 2			
24	3 52	18 5	10 5	-2 10	
	4 11	18 1 6			
25	4 34	18 9	10 51	-3 1 6	
	5 3	18 0			
26	5 11	18 7	11 31	-3 0	
	5 33	17 11			
27	5 59	17 8	0 14 f.	1 8 6	Périgée à midi.
	6 22	16 10 8			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mars 28	6 45	16 3 8	1 6	-0 6	
	7 8	15 7			
29	7 37	14 11	1 56	1 1	Luniſt. bor.
	7 56	14 4			
30	8 46	13 3	3 4	2 4 6	P. Q. 7h 14′ ſ.
	9 7	12 11 8			
31	10 6	12 3 8	4 21	3 0	
	10 43	12 6 8			
Avril 1	11 38	12 4	5 44 m.	2 8 4	
2	0 7	13 2	6 36	1 8 4	
	0 46	13 4			
3	1 8	13 2	7 30	0 11	
	1 38	14 5			
4	2 2	15 2	8 23	-0 1	Lune dans l'éq.
	2 26	15 5 8			
5	2 44	16 1			
	2 53	15 5			
6	3 22	16 3 6	9 32	-0 9 6	P. L. 9h 28′ ſ.
	3 35	16 4			
7	3 45	16 6	10 12	-0 11	
	4 11	16 6			
8	4 29	16 7	10 53	-0 8	
	4 46	16 7			
9	5 0	16 2	11 18	-0 2	
	5 18	16 4			
10	5 26	15 9	11 48	0 7	Apogée 7h m.
	5 40	16 7 6			
11	5 54	14 9 8	0 22 ſ.	1 3	
	6 19	14 10			
12	6 26	14 1 8	0 57	2 8	Luniſt. mér.
	6 56	14 4 6			
13	7 12	13 5	1 40	3 7	
	7 41	13 1			
14	8 2	12 3	2 21	4 5	D. Q. à midi.
	8 12	11 3			
15	8 56	10 11	3 31 ſ.	4 6 4	
	9 48	11 6			
16	10 36	10 10 6	4 54	4 0 4	
	11 7	11 7 4			

Avril 17

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Avril 17	11 53	11 9 8	6 10	3 1 8	
18	0 22	12 10 8			
	1 1	13 3			
19	1 20	14 5 6			
	1 45	14 10	7 36 m.	0 6 6	Lune dans l'éq.
20	2 5	15 11			
	2 28	16 2	8 14	-0 8	
21	2 48	17 3			
	3 13	17 5	9 6	1 9	
22	3 37	18 3 6			
	3 57	18 4 8	. . . . .	. . . .	N. L. 2h 31′ m.
23	4 7	18 5			
	4 39	18 6	10 31 m.	-2 10	
24	5 5	18 8			
	5 24	18 2	. . . . .	. . . .	Périgée 1h m.
25	5 53	17 6 4			
	6 12	16 2	. . . . .	. . . .	Luniſt. Bor.
26	6 42	16 4 8			
	7 12	16 3			
27	7 39	14 11			
	8 2	14 5	1 51 ſ.	1 0	
28	8 32	13 0 6			
	9 7	13 2	2 55	1 11	
29	9 53	13 3			
	10 27	12 7	4 15	2 7	P. Q. 8h 6′ m.
30	11 13	12 5			
	11 39	12 11	5 25	2 8	
Mai 1	0 26 ſ.	13 1			
2	0 35	13 3			
	1 19	13 11	7 10 m.	1 5	Lune dans l'éq.
3	1 37	14 5			
	2 4	15 1	8 0	1 0	
4	2 21	15 3			
	2 37	15 9	8 43	0 7	
5	3 5	15 7 6			
	3 16	16 2	9 21	0 1 6	
6	3 35	15 11 6			
	3 47	16 5	9 55	0 1	P. L. 1h 40′ ſ.
7	4 7	16 0 8			
	4 25	16 4	10 33	0 2	Apogée 8h ſoir.

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	Pi. po. li.	
Mai 8	4 40	15 10			
	4 53	16 0 6	10 56	0 5	
9	5 10	15 7			
	5 22	15 5	11 30	0 10	Luniſt. mer.
10	5 45	14 10			
	6 1	14 10 6	0 3	1 3	
11	6 17	14 1			
	6 30	14 1	0 41	1 9 6	
12	6 55	13 2 6			
	7 32	13 5	1 14	2 7	
13	7 44	12 5			
	8 15	12 10	2 2	3 7	
14	8 40	11 11			
	9 10	12 5	3 7	1 10 4	D. Q. $0^h 2'$ m.
15	9 51	11 10 6			
	10 23	12 7 6	4 2	2 9	
16	11 0	12 4			
	11 31	13 3	5 45 f.	2 1	Lune dans l'éq.
17	8 9	13 5	5 59 m.	2 2	
18	0 17	13 9			
	1 7	14 10	6 55	1 2	
19	1 42	15 11			
	2 1	16 5	8 30	0 5	
20	2 29	17 2 6			
	2 49	17 9	8 43	0 0	
21	3 17	18 1			N.L. $10^h 24'$ m.
	3 45	18 5 3	. . . . .	. . . .	Périgée 3^h f.
22	4 6	18 6			
	4 26	18 10	10 21	-2 0	Luniſt. bor.
23	4 56	18 7 8			
	5 15	18 10			
24	5 45	18 5 6			
	5 59	18 5	11 54	-0 5	
25	6 32	17 7			
	6 54	17 1	1 16 f.	0 5	
26	7 30	16 0			
	7 46	16 3			
27	8 17	15 0 6			
	8 45	14 11	2 46	2 7	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Mai 28	9 25	14 0			
	9 44	14 5	3 42	3 7	P. Q. $7^h 52'$ s.
29	10 32	13 8			
	11 0	12 6	4 56	3 6	Lune dans l'éq.
30	11 37	13 2	4 57 m.	3 3	
			6 0 s.	3 0	
31	0 7	13 3			
	0 48	13 7 6	6 14	3 2	
Juin 1	1 29	13 11			
	1 32	14 0			
2	1 32	14 0			
	2 8	14 10	8 8 m.	1 8	
3	2 32	14 11			
	2 45	15 0	8 42	1 3 6	
4	3 2	14 10 6			
	3 23	15 7	9 20	1 3	Périgée 9^h m.
5	3 42	15 2			P. L. $2^h 20'$ m.
	3 54	15 11	9 13	0 10	Lunist. mér.
6	4 16	15 3			
	4 28	15 9	10 33	0 9	
7	4 49	15 1			
	5 13	15 10	11 18	0 8	
8	5 20	15 0			
	5 40	15 4	11 36	0 11	
9	5 54	14 6			
	6 16	15 2	0 19	1 4	
10	6 24	14 5			
	6 52	14 8	0 48	2 8	
11	7 12	13 1 8			
	7 49	13 5	1 24	2 1	
12	8 5	12 5			
	8 42	13 0	. . . . .	. . . .	D. Q. $11^h 22'$ m.
13	9 11	12 3 8			
	9 38	13 0	3 36 s.	2 9 6	Lune dans l'éq.
14	10 18	12 4			
	10 49	13 1	4 12	2 10 6	
15	11 28	13 0			
	11 54	13 9	5 49	1 7 8	
16	0 36	14 0	6 22 m.	1 0	
			6 48 s.	0 8	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la haute mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juin 17	1 2	14 8 8	7 15 m.	0 2	
	1 39	15 6			
18	2 4	16 0 8	8 18	-1 0	Périgée 4h m.
	2 28	16 8 8			
19	2 55	16 6	9 11	-2 6	N. L. 5h 24′ s.
	8 21	17 7			Luniſt. bor.
20	3 47	18 6 8	10 5	-2 9	
	4 10	18 1			
21	4 38	17 8 8	10 52	-2 10	
	5 2	17 6			
22	5 28	17 5	11 38	-2 8	
	5 46	17 7			
23	6 14	16 8	0 28	-1 6	
	6 34	16 0			
24	6 57	15 7	0 59	0 7	
	7 22	15 8			
25	7 46	15 0	1 45	1 9	Lune dans l'éq.
	8 9	14 7			
26	8 39	13 7 4	2 41	2 6	
	9 3	13 9			
27	9 16	13 0	3 59	3 7	P. Q. 6h 39′ m.
	9 59	12 11			
28	10 40	12 6	4 55	4 9	
	10 59	12 5			
29	11 56	12 8	6 11	3 10	
30	0 11	13 6	6 59 s.	3 6	
	0 57	13 3			
Juillet 1	1 20	13 8	7 32 m.	3 2	Apogée 11h s.
	1 36	14 3			
2	1 55	13 10 8	8 19	2 7	
	2 14	14 9			
3	2 38	14 5	8 50	1 11	Luniſt. mér.
	2 56	15 3 8			
4	3 22	15 0	.....	....	P. L. 7h 54′ s.
	3 31	16 4			
5	3 50	15 6	10 8	1 0	
	4 3	16 1			
6	4 25	15 8 8	10 43	0 9	
	4 41	16 3			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Hauteur de la basse mer, au-d.s. ou au-d.s. du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juil. 7	4 58	15 5 4	11 18	0 5 8	
	5 17	16 0 6			
8	5 29	15 5	11 51	0 8	
	5 55	16 1			
9	6 14	15 9	0 32	1 4	
	6 32	15 8			
10	6 51	14 3	1 11	1 1 6	Lune dans l'éq.
	7 22	14 8			
11	7 37	14 4	2 0	1 10 6	D.Q. 10h 14′ m.
	8 1	14 1 6			
12	8 36	13 3	3 1	2 3	
	9 6	13 8			
13	9 33	12 11 6	4 2	2 7	
	10 6	13 4 6			
14	10 51	13 1	5 12	2 2 8	
	11 26	13 7			
15	0 6	14 2	6 29 s.	1 9	Périgée 5h s.
	0 40	14 8			
16	0 40	14 8	. . . . .	. . . .	Lunist. bor.
	1 18	15 2			
17	1 41	15 9	7 58 m.	0 3	
	2 10	16 3			
18	2 43	16 5			
	3 5	17 3 6			
19	3 35	17 2	8 46	-1 5	N. L. 0h 35′ m.
	3 42	18 0			
20	4 13	17 4	10 34	-1 0	
	4 37	18 1			
21	5 5	17 6	11 17	-0 11	
	5 28	18 0			
22	5 49	17 1	0 3	-0 11	
	6 4	17 1			
23	6 26	16 1 8	0 44	-0 3	Lune dans l'éq.
	6 40	16 0			
24	7 8	15 0	1 27	0 10	
	7 17	14 8			
25	8 6	14 8	2 17	2 0 6	
	8 17	13 6			
26	8 40	13 2	3 10	3 5	P. Q. 4h 54′ s.
	9 7	12 7			

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Juil. 27	9 40	12 5	4 1	4 2	
	10 1	11 11 8			
28	10 49	11 9			
	11 12	11 4 6			
29	0 5	12 0	6 11	3 11 6	Apogée à midi.
30	0 31	11 10			
	1 6	12 10			
31	1 23	11 11			
	1 53	13 11	7 52	2 11	Luniſt. merid.
Août 1	2 13	13 8			
	2 34	14 7			
2	2 50	14 11			
	3 18	15 4	9 7 m.	0 10	
3	3 36	14 9 8			
	3 46	15 10	9 48	-0 2	P. L. 9h 13′ m.
4	4 13	15 3 8			
	4 21	16 6	10 24	-0 7	
5	4 41	15 8 4			
	4 58	16 8	10 58	-0 11	
6	5 14	15 10 8			
	5 33	16 8	11 37	-0 9	Lune dans l'éq.
7	5 52	15 10			
	6 8	16 5	0 41	-1 4	
8	6 29	15 7			
	6 53	15 11	0 58	-0 7	
9	7 15	15 2 8			
	7 37	15 2	1 49	1 6	
10	8 3	14 9			
	8 36	13 11	2 34	2 1	D. Q. 9h 10′ m.
11	9 10	13 4 6			
	9 47	13 2 8	3 40	2 10	
12	10 29	13 1			
	11 12	13 2	4 30	3 1	Périgée 7h m.
13	11 56	13 9	6 18 f.	2 3	Luniſt. bor.
14	0 11	14 6			
	1 8	15 1	6 50 m.	2 1	
15	1 39	15 4			
	2 3	16 4	7 52	0 11	
16	2 37	16 5 8			
	2 59	17 5 6	8 46	-0 2 6	

Jours du mois.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la pleine mer, au-dessus du point fixe.	Temps de la basse mer.	Haut. de la basse mer, au-dessus ou au-dessous du point fixe.	Circonstances des Observations.
1716.	H. M.	pi. po. li.	H. M.	pi. po. li.	
Août 17	3 23	17 4 8	9 37	- 1 0	N. L. 9h 7′ m.
	3 43	18 2 4			
18	4 5	18 0	10 20	- 1 4	
	4 24	18 5 8			
19	4 46	17 9	11 0	- 1 5	Lune dans l'éq.
	5 0	18 3			
20	5 27	17 7			
	5 36	17 7			
21	5 58	16 10	0 11 s.	0 1	
	6 15	16 6 8			
22	6 31	16 0	0 56	1 1	
	6 53	15 4			
23	7 10	14 5 8	2 41	2 2	
	7 29	13 9			
24	7 49	13 1 8	2 19	3 6	
	8 26	12 7 8			
25	8 43	12 4	3 9	4 5	P. Q. 3h 22′ m.
	9 10	11 2			
26	9 47	11 4	4 16	2 11 6	Apogée 1h m.
	20 23	10 9			Lunist. mér. décl. 19°.
27	11 35	11 3 8			
	0 10	11 11	6 18	4 7	
28	0 34	12 5			
	1 10	12 6	7 27	3 4 6	
29	1 28	13 7			
	2 2	14 2	8 13	2 2	
30	2 22	14 7			
	2 37	14 6	8 49	0 9 6	
31	2 54	15 8			

On voit dans les Mémoires de l'Académie 1720, pag. 155, que les Obſervations de Breſt avoient été faites depuis le 10 Juin 1711 juſqu'au 30 Septembre 1716; ainſi il ne manque dans la Table précédente que l'année 1713, une partie des Obſervations des trois premiers mois 1714, & le mois de Septembre 1716, qui eſt bien dans les manuſcrits, mais que j'ai apperçu trop tard pour pouvoir le mettre à ſa place.

156. Après avoir rapporté les anciennes Observations, il me reste à les comparer avec les nouvelles (102, 155).

Les hauteurs nouvelles ne passent pas 19 pieds 10 pouces, tandis que sur l'ancienne échelle on eut une fois, suivant M. Cassini, 21 pieds 2 pouces le 26 Fév. 1713; on pourroit donc croire que le zéro, ou le commencement de la nouvelle échelle a été placé environ un pied plus haut; mais l'abaissement observé le 1 Avril dans la nouvelle échelle, n'est que d'environ 2 pieds, & sur l'ancienne il alla deux fois à $3\frac{1}{2}$ pieds, savoir, le 17 Mars & le 25 Septembre 1714, ce qui supposeroit la nouvelle échelle plus basse.

Mais il semble qu'en rejettant les extrêmes, il n'y a pas de différence sensible entre l'ancienne & la nouvelle échelle, & que les hauteurs dans les nouvelles lunes périgées sont de $19\frac{1}{2}$ pieds sur toutes les deux, quand il n'y a pas des vents forcés qui les portent jusqu'à 20 ou 21. Cependant les hauteurs de $19\frac{1}{2}$ pieds sont assez rares dans les nouvelles Observations, elles me paroissoient plus communes dans les anciennes; elles vont même au-delà, & j'étois tenté de croire que la nouvelle échelle étoit plus haute de 6 pouces; mais j'ai vu ensuite que M. Cassini avoit choisi dans les anciennes Observations toutes les plus grandes hauteurs qui eussent été vues dans plusieurs années, & j'ai vu dans les anciennes qu'elles avoient été rarement à $19\frac{1}{2}$ ou 20 pieds, de même que dans les nouvelles. Mais dira-t-on si l'échelle est la même, comment se trouve-t-il qu'il n'y ait pas une seule hauteur de 20 pieds depuis 1773 jusqu'en 1775, tandis que M. Cassini supposoit 20 pieds pour toutes les nouvelles lunes périgées équinoxiales (art. 63)?

Je réponds que dans les Observations précédentes il ne se trouve que trois hauteurs en quatre années qui passent 20 pieds, & que M. Cassini s'en est servi, parce qu'alors on ne savoit pas encore séparer l'effet du vent de celui de la lune, comme je crois y être parvenu (art. 105).

Je n'ai vu qu'un moyen de lever ces difficultés; j'ai assemblé toutes les marées des syzygies, observées à la nouvelle échelle, & par un milieu entre quarante Obser-

vations

vations j'ai trouvé 17 pieds 9 pouces pour la hauteur moyenne ; j'ai pris un pareil nombre d'anciennes Obſervations, & j'ai trouvé 17 pieds 10 pouces, c'eſt-à-dire, que j'ai trouvé, à un pouce près, la même quantité. D'ailleurs, M. Caſſini avoit adopté d'après les Obſervations, 15½ & 20 pieds pour les hauteurs extrêmes ; le milieu eſt auſſi 17 pieds 9 pouces, comme par les nouvelles Obſervations.

La hauteur moyenne de la pleine mer en quadrature par un milieu entre quarante Obſervations modernes, eſt de 12 pieds 5 pouces, & je ne trouve qu'un pouce de plus par les anciennes Obſervations ; les extrêmes vont depuis 10 pieds 8 pouces juſqu'à 13 pieds 9 pouces dans les nouvelles ; il s'en trouve une de 10 pieds 3 pouces dans les anciennes Obſervations, mais elle étoit de 10 pieds 10 pouces à la marée précédente, & c'eſt auſſi celle qui donne une marée totale de 4 pieds 4 pouces que j'ai rejettée, comme étant un cas extrême & rare, dû à l'influence d'un vent extraordinaire. Ainſi j'ai lieu de croire que la nouvelle échelle ne differe pas ſenſiblement de l'ancienne ; mais comme dans les nouvelles Obſervations on n'a pas le terme inférieur, ou la baſſe mer, j'ai préféré de publier les anciennes. Cependant, l'avantage d'avoir dans les nouvelles Obſervations la force & la diſtinction des vents, fait qu'elles mériteroient auſſi d'être publiées & conſultées dans ces recherches. Egalité des deux échelles.

J'ai vu par ces Obſervations, que ſouvent pour ſavoir à quelle hauteur avoit monté la mer, on regardoit le point de l'échelle qui étoit mouillé ; cette hauteur eſt toujours trop grande, par la lévée de la mer ou le clapotage, qui fait que la vague frappe, ſe briſe, & mouille quelques pouces au-deſſus du véritable niveau de l'eau.

Quand on n'a pas la facilité de préparer un tuyau dans lequel l'eau ſoit tranquille, il faudroit au moins avoir une planche attachée lâchement, & nageant à la ſurface de l'eau, qui, par ſa ſituation, marqueroit ſur l'échelle à très-peu-près le point du niveau, ou de la ſurface moyenne de l'eau.

Obſervations de l'Orient.

157. J'ai parlé des Obſervations qui avoient été faites à l'Orient depuis le 1 Février 1711, juſqu'au 1 Février 1712, & depuis le 21 Mai 1716, juſqu'au 30 Juin 1719 (art. 53 & 100); il en eſt parlé dans les Mémoires de l'Académie pour l'année 1720, mais je les ai retrouvées preſque toutes dans les Manuſcrits de feu M. Caſſini, ſavoir depuis le 1 Février juſqu'au 30 Septembre 1711, & depuis le 21 Mai 1716 juſqu'au 30 Juin 1719; il n'y manque que quatre mois; mais l'indication des vents ne s'y trouve que rarement; il ſeroit trop long de les rapporter ici. Il me ſuffira de dire que les hauteurs de la pleine mer ſont entre 9 pieds & 17; que la marée moyenne dans les ſyzygies y eſt de 13 pieds 11 pouces par un milieu entre quarante Obſervations, dont la moindre eſt de 11 pieds, & la plus forte 16 pieds 1 pouce; il y en a bien une de 18 pieds 2 pouces; mais je l'ai rejettée, comme étant produite évidemment par un vent extraordinaire.

La marée moyenne des quadratures y eſt de 5 pieds 8 pouces par un milieu, entre quarante Obſervations, dont les extrêmes ſont 4 pieds 1 pouce & 7 pieds 11 pouces.

La demi-ſomme & la demi-différence de ces marées moyennes, donne pour la lune 9 pieds $9\frac{1}{2}$ pouces, & pour le ſoleil 4 pieds $1\frac{1}{2}$ pouce; ainſi la force de la lune dans ſes moyennes diſtances, ſeroit 2, 37, ce qui eſt un peu moins que $2\frac{1}{2}$; tandis que les Obſervations de Breſt ont donné un peu plus.

Obſervations de Rochefort.

158. J'ai parlé à l'article 108 d'une ſuite d'Obſervations, faites pendant un an à l'embouchure de la Charente, ſur les petits fonds de Fouras : voici l'extrait que j'en ai tiré pour les environs des ſyzygies.

Ce que l'on appelle ici *petit frais*, eſt un vent capable de faire filer ſix nœuds à un vaiſſeau; c'eſt-à-dire, parcourir deux lieues par heure. *Bon frais*, eſt celui qui feroit filer neuf nœuds. *Grand frais* répondroit à douze nœuds ou quatre lieues par heure.

Jours de la lune.	Jours du mois.	Hauteur de pleine mer.		De basse mer.		Circonstances des vents.	Marée totale.		Circonstances des Observations.
	1771.	pi.	po.	pi.	p.		pi.	po.	
1	Nov. 6	22	0	5	6	N. E. petit frais.	16	6	
2	7	22		5		N. O. petit frais.	17	0	Apogée le 15.
17	Déc. 22	23	1	7	4	N. O.	15	9	
20	25	22	6	6	2	O. N. O.	16	4	Périgée le 30.
	1772.								
17	Janv. 20	22	1	6	6	Nord.	15	7	
18	21	22	5	6	0	Nord.	16	5	
19	22	22	8	4	10	Calme.	17	10	Périgée
30	Fév. 2	22	4	9	0	Oueſt.	13	4	N. L. le 3.
3	5	22		8		S. O.	14	0	
4	6	22	6	9		S. O. au N. O. gr. f.	13	6	Apogée.
17	18	22	7	6	6	N. O. bon frais.	16	1	Pleine Lune.
18	19	23	5	6		O. N. O.	17	5	Périgée.
19	20	23	7	5		O. au S. O. pet. fr.	18	7	
20	21	23	4	5	6	E. S. E. pet. frais.	17	10	
21	22	22	6	6		Sud.	16	6	
22	23	22	2	6	6	S. O. petit frais.	15	8	
15	Mars 18	23	0	6	2	O.	16	10	
16	19	23	6	5	3	S. O.	18	3	Périgée. P. L.
17	20	23	8	4	3	O.	19	5	
18	21	23	7	5	4	S. O.	18	3	
19	22	23	1	6	5	S. S. O.	16	8	
2	Avril 4	21	0	6	2	E. S. E.	14	10	Périgée.
15	17	22	10	4	9	E. N. E.	18	1	Pleine Lune.
16	18	22	11	4	7	O.	18	4	
17	19	22	6	4	10	N. O.	18	8	Apogée le 28.
1	Mai 2	20	6	7	0	N. N. E.	13	6	Périgée le 14.
16	17	22	2	7	0	N. O.	15	2	Pleine Lune.
17	18	21	10	7	0	N. O.	14	10	
1	Juin 1	21		7	0	N. O. bon frais.	14	0	Périgée le 11.
15	15	21	7	7	0	E N. E. pet. frais.	14	0	Pleine Lune.
16	16	21	8	6	0	N. O. petit frais.	15	8	
17	17	21	5	6	0	N. O. petit frais.	15	5	
16	Juil. 15	21	6	5	6	N. O.	16	0	
17	16	21	4	5	9	N. O.	16	7	Apogée le 21.
28	Août 27	22	0	6	0	E. au S. O.	16	0	
29	28	22	5	4	8	S. au N. O.	17	9	Nouv. Lune
2	29	23	0	5	0	N. O.	18	0	Périgée.
3	30	23	5	5	0	O. au N. O.	18	5	
4	31	22	10	6	0	S. O.	16	10	

Jours de la lune.	Jours du mois.	Hauteur de pleine mer.	De baſſe mer.	Circonſtances des vents.	Marée totale.	Circonſtances des Obſervations.
	1772.	pi. po.	pi. p.		pi. po.	
17	Sept. 13	22 3	4 6	N. O., à O. pet. fr.	17 9	
18	14	22 1	5 0	O. S. O. pet. frais.	17 1	Apogée.
30	26	23 2	7 0	O. bon frais.	16 2	
1	27	23 7	6 0	N. E. petit frais.	17 7	N. L. périgée.
2	28	23 10	5 0	N. O. petit frais.	18 10	
3	29	23 7	5 6	S. O. petit frais.	18 1	
29	Oct. 25	24 9	7 1	O. S. O.	17 8	N. L. Périgée.
1	26	24 0	7 5	O.	16 7	
2	27	23 0	5 3	Sud.	17 9	
3	28	22 6	6 0	O.	16 6	Apogée le 7.
17	Nov. 11	21 10	7 0	O.	14 10	
18	12	21 6	7 0	S. O.	14 6	Périgée le 23.
1	24	24 8	6 6	O.	16 2	N. L.
2	25	22 0	5 0	Sud Calme.	17 0	
3	26	23 0	6 6	S. O. grand frais.	16 6	

J'ai fait ci-deſſus (article 108) pluſieurs remarques ſur ces Obſervations, pour faire voir qu'elles ne donnent point pour les Equinoxes des marées plus grandes que pour d'autres temps. Les marées contenues dans cette Table, vont depuis 13 pieds 4 pouces juſqu'à 19 pieds 4 pouces, mais elles vont rarement au-delà de $18\frac{1}{4}$, même dans les ſyzygies périgées, & l'on en trouve au mois de Février & au mois d'Août 1772, qui paſſent 18 pieds comme en Avril & en Septembre. Le périgée du 19 Mars n'a produit que 18 pieds 3 pouces, le jour de la pleine lune, & deux jours après, ce qui prouve que l'augmentation de 14 pouces qui ſe trouve au 20 Mars doit être regardée comme l'effet du vent d'Oueſt. D'ailleurs on voit que la hauteur de la pleine mer ce jour-là n'eſt que d'un pouce au-deſſus de celle du jour ſuivant ; ainſi c'eſt l'abaiſſement qui eſt extraordinaire. On voit donc ici un effet marqué du vent qui ſe manifeſte comme dans les Obſervations de Breſt dont j'ai parlé (art. 106) & dans celles de Saint-Malo (163). Il ſe trouve une autre hauteur de baſſe mer qui n'eſt que de 4 pi. 6 po. le 13 Sept. & elle produit une marée de 17 pi. 9 po. dans l'apogée, qui eſt viſiblement augmentée par le vent.

159. A LA ROCHELLE, la côte eſt très-plate, & dans les fortes marées l'eau ſe retire de 682 toiſes dans le canal, c'eſt-à-dire, dans la partie la plus creuſe de la côte, qui ſe dirige de l'entrée du Port à l'ouverture de la digue. Si l'on entreprenoit de faire des Obſervations auſſi loin, il faudroit y aller en bateau à l'heure de la haute mer, ce qui ſeroit bien difficile, & quelquefois dangereux, ou bien avoir un bâtiment à l'ancre.

Ainſi l'Académie de la Rochelle, à qui j'avois demandé des Obſervations, n'a pu nous envoyer que des hauteurs de la pleine mer; elles ont été obſervées par M. le Chevalier de Vialis, Major du Corps Royal du Génie, depuis le 15 Mai 1775 juſqu'au 15 Mai 1776, une fois le jour; mais il n'a point indiqué l'heure; c'eſt ce qui m'a empêché de publier ici ces Obſervations.

On travaille actuellement dans l'avant-Port de la Rochelle, à une jettée qui doit avoir 350 toiſes, mais que l'on eſpere de prolonger encore dans la ſuite; ſi jamais elle va juſqu'au point que la mer couvre encore dans ſon plus grand abaiſſement, l'on pourra y faire des Obſervations de marées.

Les Obſervations de M. de Vialis ont été faites ſur le radier de l'écluſe de Maubec, qui ſert à donner l'eau dans les foſſés de la Ville; elle eſt ſituée ſur le canal de Maubec, qui eſt un prolongement du Port de la Rochelle.

Le radier de l'écluſe eſt plus élevé de 2 pieds 5 pouces 9 lignes, que le ſol de l'entrée du Port; de 12 pieds 5 pouces 9 lignes plus que le fond de l'ouverture de la digue, & de 8 pieds 10 pouces 3 lignes plus que le niveau des plus baſſes marées, ſuivant les meſures de M. du Cheſne, Directeur des Ponts & Chauſſées.

La plus petite hauteur de la pleine mer, que M. de Vialis a obſervée, étoit de 6 pieds 6 pouces le 22 Mai 1775 dans la quadrature de la lune, par un vent de N. O. ainſi il n'y avoit alors que 15 pieds 4 pouces d'eau au-deſſus de la plus baſſe marée.

La plus grande hauteur eſt arrivée le 24 Décembre

1775, deux jours après la nouvelle lune, par un vent de Sud; elle étoit de 14 pieds 8 pouces. Ainſi il y avoit alors 23 pieds 6 pouces au-deſſus des baſſes eaux; c'eſt à-peu près la même différence qu'à Breſt.

La différence totale des pleines mers eſt donc de 8 pieds 2 pouces à la Rochelle; enſorte qu'il y avoit dans la quadrature 19 pieds d'eau à l'ouverture de la digue, & dans la nouvelle lune 27 pieds 2 pouces.

M. Seignette, Aſſeſſeur au Préſidial, Secrétaire perpétuel de l'Académie de la Rochelle, a envoyé ces Obſervations à l'Académie des Sciences de Paris, le 20 Janvier 1778.

160. Les marées les plus fortes que l'on connoiſſe, ſont celles de la Manche. Pythéas de Marſeille avoit rapporté que la mer s'élevoit de 80 coudées vers les côtes d'Angleterre. (*Pline*, *Liv.* 2, *ch.* 97); j'en ai déja parlé ci-deſſus (art. 5), & il y avoit de l'exagération; mais à Saint-Malo on obſerve quelquefois juſqu'à 45 pieds de différence entre la baſſe mer & la pleine mer. Tout l'Océan atlantique verſant ſes eaux ſur les côtes de Bretagne, ces eaux ſe raſſemblent dans le détroit de la Manche; le paſſage n'étant pas aſſez libre, ces eaux s'élévent comme ſous les arches d'un pont; d'ailleurs, les eaux qui avoient été forcées d'abord de prendre la direction des côtes ſeptentrionales de la Bretagne, qui conduit ſur la côte d'Angleterre, ſont réfléchies & refoulées dans l'angle où eſt ſitué Saint-Malo; là elles ſont arrêtées, & forcées de s'élever encore plus, ce qui augmente les marées dans cette partie.

161. Comme j'avois vu de très-grandes variétés dans ce qu'on rapportoit des marées de Saint-Malo, je priai M. le Fer de Beauvais d'en faire quelques Obſervations; & malgré la difficulté du local, il eſt parvenu à faire les Obſervations ſuivantes. D'abord il les fit à la ſonde au milieu de la rade, en nivellant depuis le point le plus bas où ſe retirent les eaux, juſqu'à celui où elles s'élèvent dans le flot; & à compter du 24 Décembre elles ſont à 2 pouces près.

Dans la partie du midi de Saint-Malo, & dans un endroit qui regarde la rade, eſt un Quai, avec un eſcalier de pierres de taille qui ſert à deſcendre dans la grève. La derniere marche de cet eſcalier en deſcendant, forme une eſpece de pallier, ou platte-forme de 5 à 6 pieds en carré, & de la plus grande ſolidité. Cet endroit eſt toujours couvert à la mer haute, & toujours découvert à la mer baſſe, (c'eſt-à-dire, qu'il eſt à peu-près à la moitié de la hauteur des marées). M. le Fer le choiſit pour y rapporter tous ſes nivellemens. Lorſque la mer étoit preſque au plus bas, il partoit delà en allant à la mer & en nivelant; il déterminoit l'abaiſſement au-deſſous de ſon point fixe au moment qu'elle ceſſoit de deſcendre; puis repartant du bas de l'eau, il revenoit, toujours en nivelant, à l'endroit d'où il étoit parti, ce qui lui donnoit une vérification complette. Lorſque le vent empêchoit de niveler, ce qui arrivoit aſſez ſouvent; il alloit au bord de l'eau, & prenoit ſur quelque rocher des environs des marques qu'il put bien reconnoître, & il les rapportoit ſur ſon Journal. L'agitation de la mer l'obligeoit alors à chercher un rocher où la mer fut tranquille, ou la moins agitée; ce qui n'étoit pas aiſé à trouver. Il n'a pourtant jamais négligé de déterminer le bas de l'eau avec exactitude. Lorſqu'enſuite le temps lui permettoit de deſcendre dans la grève avec le niveau, il déterminoit par un nivellement actuel la hauteur perpendiculaire de ſon point invariable au-deſſus des marques cottées ſur ſon Journal. De cette maniere il a toujours obſervé la baſſe mer, même lorſque le nivellement étoit impoſſible, parce qu'il ſe donnoit les moyens d'y ſuppléer lorſque le temps devindroit moins incommode.

162. Après avoir obſervé l'abaiſſement de la mer dans les grandes marées, comme dans les mortes eaux, au-deſſous de la platte-forme de l'eſcalier, il lui reſtoit, pour avoir la différence du plein au bas de l'eau, à déterminer l'élévation de la mer au-deſſus du même point. Le Quai de Saint-Malo eſt revêtu de pierres de taille, poſées par aſſiſes régulieres de peu d'épaiſſeur. M. le Fer prit

la hauteur de chacune, il en forma une table ; il chercha de plus la hauteur du Quai par le nivellement ; & pour être encore plus sûr, il la mesura avec une longue regle ; ensuite, comme ce Quai n'est pas d'aplomb, & qu'il s'en faut environ 2 pouces par pied, il détermina la hauteur perpendiculaire par la trigonométrie en calculant un triangle rectangle, dont le côté mesuré étoit l'hypoténuse. Cela fit la vérification de cette partie de son nivellement, qui se trouva juste à une ligne près, sur une élévation perpendiculaire de plus de 24 pieds, & il appliqua aux Observations une correction relative à la hauteur de chaque assise.

Qand la mer étoit à son plein, l'Observateur remarquoit combien il restoit d'assises découvertes, & combien il restoit de découvert de l'assise où elle parvenoit : en retranchant cette hauteur de la hauteur totale, depuis la platte-forme de l'escalier jusqu'au dessus du cordon, il avoit l'élévation au-dessus de son point fixe, qui ajoutée à l'abaissement observé, lui donnoit la différence de la haute à la basse mer.

Lorsque la mer étoit agitée, on ne pouvoit pas observer directement au-dessus du point fixe de l'escalier. Pour remédier à cet inconvénient qui eût fait manquer plusieurs Observations, M. le Fer de Beauvais rapporta le niveau du cordon du Quai sur un autre Quai assez loin delà, où la mer étoit tranquille lorsqu'elle étoit agitée au premier endroit, & réciproquement ; ce qui lui donna lieu de connoître toujours l'élévation de la marée, & de vérifier son Observation lorsqu'il faisoit calme. Il est rare qu'un Amateur seul au fond d'une Province, & par pur zele pour les sciences, prenne autant de peines pour des Observations, quelque utiles qu'elles soient.

163. La rade de Solidor, qui est à une demi-lieue de Saint-Malo, à l'embouchure de Rance, est l'endroit où il faudroit se transporter pour faire aisément les Observations sur les marées, parce qu'elle n'asséche jamais, aulieu que la mer se retire loin de la Ville & des fortifications voisines.

Jours

Jours des Observations.	Hauteur de la marée. pi.	po.	Vent.
1775.			
Janv. 18	32	0	
Mars 2	44	6	S. O. assez fort.
17	40	9	N. O. bon frais.
26	29	6	N. O. moins fort.
Avril 2	41	0	O. très-doux.
17	38	4	E. petit frais.
Mai 1	39	0	N. O. presque calme.
17	38	6	N. O. presque calme.
Juin 1	37	0	N. E. assez fort.
Sept. 11	38	6	N. O. qui empêcha la mer de baisser.
26	33	6	E. S. E.
Oct. 10	38	0	O. S. O.
Nov. 25	34	2	S. S. E.
Déc. 10	32	0	N. E.
24	37	5	S. O. coup de vent violent.
1776 J. 7	31	0	S. foible.
16	13	7	S. E. très-froid.
23	43	5	Calme très-froid.
30	16	11*	S. E. très-froid.
Fév. 7	33	7	O. grand vent.
14	13	0	O.
21	46	3	O. S. O.
28	15	0	S. O. grand vent.
Mars 7	32	2	S. O. grand frais.
15	16	6	O.
21	42	1	S. E. presque calme. **
28	12	10	E. N. E. très-foible.
Avril 5	33	9	N. E. assez fort.
13	16	10	N. O. foible.
19	39	8	Vent variable du S. au N. O. presque calme. ***
26	15	2	N. E grand vent.

* Le 28 Janvier il y avoit 9° de froid; nous en avions beaucoup plus à Paris.

Le 30 Janvier, jour où l'on ressentit une secousse de tremblement de terre à Brest, on remarqua à Saint-Malo un balancement assez extraordinaire de la mer. Une heure & demie environ avant le plein, la mer s'abaissa d'environ un pied. M. le Fer de Beauvais crut d'abord s'être trompé sur l'heure de la marée; mais étant retourné à l'heure de la pleine mer, il trouva qu'elle avoit remonté d'environ deux pieds. Une autre fois il a observé une différence de cinq pieds.

** Le 20 Mars le vent étoit Sud, très-foible, la mer étoit montée moins haut d'un pied que le 21, & descendue environ deux pieds plus bas.

*** Le 17 Avril, jour de la nouvelle Lune, la mer étoit montée près de deux pieds plus haut que le 19, de même le 18, mais en diminuant. Il paroît que cela venoit du grand vent de S. O. qui régnoit le 17, & même le 18.

Le vent du N. O. eſt celui qui produit la plus groſſe mer à Saint-Malo, mais c'eſt le S. O. qui la fait monter le plus haut ; on prétend que cela peut aller à 50 pieds. Ces vents font entrer la mer avec violence dans la Manche, les eaux ſont arrêtées dans le paſſage plus étroit, entre le cap de la Hague & la côte d'Angleterre ; elles ſont obligées de refluer le long de la côte de Normandie, & s'élevent conſidérablement vers Saint-Malo & Cancale.

164. Le Havre de Grace, à l'embouchure de la Seine, eſt un Port qui aſſeche toujours de baſſe mer, & reçoit dans les plus grandes marées d'équinoxe, ſur la platte-forme du baſſin une hauteur réelle de 20 pieds d'eau ; mais on y obſerve deux phénomenes aſſez ſinguliers, & qui ont été décrits par M. l'Abbé Dicquemarre, dans le Journal de Phyſique (Mai 1779), *la tenue du plein*, qui dure plus long-temps qu'ailleurs, & la *Vêrhôle*, ou renvoi d'eau qui ſe fait avant la pleine mer. Les jours de nouvelle & pleine lune, la mer y eſt pleine à neuf heures, à moins que ce ne ſoit par un vent d'Oueſt ; dans ce cas elle continue à monter, & n'eſt à ſon plus haut qu'à dix heures & demie ; mais ordinairement elle eſt pleine à neuf heures, elle reſte en cet état juſqu'à neuf heures & demie, & même dix heures : pendant cette heure on la voit hauſſer & baiſſer, par des alternatives fort courtes, juſqu'à deux ou trois pouces ; à onze heures elle eſt encore fort haute ; à midi elle l'eſt ſouvent autant qu'elle l'étoit à huit heures du matin, c'eſt-à-dire, qu'il peut entrer des navires tirant 12 pieds d'eau ; alors la mer baiſſe aſſez vîte, & très-vîte vers la fin, & n'eſt cependant entiérement baſſe qu'à quatre heures & demie, ou quatre heures trois quarts, & même cinq heures du ſoir, ſelon les vents & quelques autres circonſtances. On voit par-là qu'elle emploie un peu plus de temps à deſcendre que dans les autres Ports ; elle remonte conſéquemment très-vîte, ſur-tout depuis ſept juſqu'à neuf heures du matin. Il arrive aſſez ſouvent qu'à ſept heures elle eſt peu élevée, & qu'à huit heures un navire tirant 12 pieds d'eau, peut déja entrer ; tout ceci

Tenue du plein au Havre.

permet à une flotte de cinquante navires, d'en sortir en une seule marée, ou même d'y rentrer deux ou trois heures après, si le vent ou l'ennemi les y obligent.

Ceux qui fréquentent ce Port trouvent que cet avantage est inestimable; dans les autres Ports la mer rebaisse aussitôt qu'elle est à son plein; par exemple, à Dieppe on est obligé de prendre, pour entrer, le moment de la pleine mer; & si on attendoit un peu plus tard, on ne pourroit y réussir, à cause de la grande force du courant qui en sort. Bien plus, ceux qui sont en rade observent le signal des Pilotes du Port, & filent leurs cables par le bout, pour entrer tout de suite.

Les courans servent à expliquer cette tenue du plein: en jettant les yeux sur une carte de la Manche, par exemple, celle de M. l'Abbé Dicquemarre, qui est la premiere du Neptune oriental de M. Daprès de Mannevillette, derniere édition, & où sont représentés les courans, on apperçoit que celui qui passe par le Ras Blanchard, entre le Cap de la Hague & Aurigny, se dirige à l'Est en passant au Nord de Cherbourg; à l'Est-Sud-Est travers de Barfleur; à l'Est, au large des côtes du Bessin, & vient frapper le Cap de la Héve, où l'eau se refoule & se partage; une partie longe les côtes au Nord du Havre, vers Fécamp, Dieppe, & l'autre entre dans la petite rade du Havre & dans la Seine, & en fait refouler les eaux jusqu'au Pont-de-l'arche, au-dessus de Rouen. La petite rade du Havre & le Port sont donc les lieux où le refoulement, occasionné par le choc de la marée contre la Héve, est le plus considérable; l'eau s'étend avec peine vers Honfleur, où des bancs fort longs découvrent à toutes les marées, & où les eaux de la Seine tendent toujours à repousser celles de la mer.

165. Cet effet des eaux du milieu de l'embouchure de la Seine, est annoncé au Havre par la *Vérhôle ou renvoi d'eau* qui vient de ce côté, même bien avant la pleine mer. Enfin, lorsque le courant devient moins fort, & que la Seine peut le vaincre, elle reprend son cours, & entraîne avec elle l'eau de Honfleur, qui ne garde pas son plein; Vérhôle au Havre.

ce courant paſſe en tout ou en partie entre les hauts de la rade & les rivages du Havre près de l'Éclat & de la Héve. Les hauts de la rade ſont des bancs, qui, avec un rocher ſous l'eau, nommé l'Éclat, ferment la petite rade du Havre, & la ſéparent de la grande, qui eſt plus au large.

Cette eſpece de Baye ſous l'eau arrête le courant; il eſt encore retardé de proche en proche au large par le courant général de la Manche, & ſe trouve par tous ces obſtacles obligé de s'étendre & de ſéjourner, non-ſeulement dans le Havre, mais même aux environs; car juſques derriere la Héve, c'eſt-à-dire, au Nord de ce Cap, la mer tient ſon plein plus long-temps qu'ailleurs.

Lorſque M. le Comte de Pontchartrain eut donné des ordres pour l'Obſervation des marées, M. Boiſſaye du Bocage en fit au Havre, depuis le 9 Avril 1701 juſqu'au 26 Mai 1702, & M. Caſſini en donna un extrait dans les Mémoires de l'Académie pour 1710, pag. 366; mais il ne put marquer que la hauteur ſupérieure.

Il obſerve que la mer, en montant porte au Sud-Eſt, & en baiſſant au Nord-Oueſt, que le vent traverſier de la rade eſt Oueſt-Nord-Oueſt; & que l'entrée du Port eſt enfilée par le vent Oueſt-Sud-Oueſt.

M. Caſſini conclud de ces Obſervations, que la pleine mer arrivoit au Havre à $9^h\ 26'$ du matin, lorſque la nouvelle lune arrivoit en meme-temps. Pour réduire cette heure à celle qui ſuit la nouvelle lune quand elle arrive à midi, il faut y ajouter 18′ pour le retardement d'une marée à l'autre, & ôter 4′ pour les $2^h\frac{1}{2}$, dont on rapproche la ſyzygie de la marée, ce qui fait $9^h\ 40'$ du ſoir, quand la ſyzygie arrive à midi; & c'eſt ce que j'appelle l'établiſſement du Port (art. 246).

Mais les vents y produiſent des variations ſi conſidérables ſur le temps de la marée, que du 4 au 5 Août 1701, il y eut une anticipation de 11′, & du 2 au 3 Septembre, un avancement de 20′, au lieu du retardement ordinaire.

Je vais placer ici l'extrait de ces Obſervations, où l'on verra que la différence de la plus grande à la plus

petite hauteur de la pleine mer, y a été observée de 8 pieds 7 pouces ; que l'effet des distances de la lune y est très-sensible, & que celui des équinoxes ne s'y fait pas remarquer (*Mém. de l'Ac.* 1710, pag. 369).

Table du temps & de la hauteur des marées dans les nouvelles & pleines lunes au Havre de Grace.

Jours des nouvelles & pleines lunes.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la mer.	Jours de la plus haute mer.	Hauteur de la mer.
1701.	H. M.	pi. po. li.	1701.	pi. po. li.
8 Avril	. . . . .	. . . .	10 Avril	15 6 6
22 Avril	. . . . .	16 3	24 Avril	16 10
8 Mai	. . . . .	15 2	9 & 10 Mai	15 6 3
22 Mai	. . . . .	15 11	23 Mai	16 0 6
2 Juin	. . . . .	14 11 6	8 & 9 Juin	15 7
20 Juin	9 1	15 4	21 Juin	15 5 9
6 Juillet	9 25	15 0 3	7 Juillet	15 3 3
19 Juillet	8 39	14 6 9	22 Juillet	15 0 3
4 Août	9 48	15 8 6	7 Août	16 10
18 Août	9 6	15 4	19 Août	15 11 6
2 Septembre	9 46	15 11 6	4 Septembre	17 6
17 Septembre	9 30	15 4	19 Septembre	15 11
2 Octobre	9 33	17 2	4 Octobre	17 9
16 Octobre	9 12	16 3	16 & 17 Oct.	16 3
31 Octobre	9 34	16 7 6	1 Novembre	16 11
15 Novembre	. . . . .	15 10	16 Novembre	15 11
29 Novembre	8 56	17 0	30 Novembre	17 10
15 Décembre	9 30	15 4 8	18 Décembre	15 6
29 Décembre	8 59	15 11 9	30 Décembre	16 5 6
1702.			1702.	
14 Janvier	9 25	16 5 8	14 Janvier	16 5 8
28 Janvier	9 45	16 1 6	29 Janvier	16 4 9
12 Février	9 6	15 9	15 Février	18 3 *
26 Février	9 25	15 6 4	28 Février	17 2
14 Mars	9 34	16 7	15 Mars	17 1 6
28 Mars	9 38	15 3	30 Mars	15 8
12 Avril	9 39	16 9	15 Avril	17 6 9
27 Avril	9 40	15 0 9	28 Avril	15 2 3
11 Mai	9 23	16 3 3	12 Mai	17 0
26 Mai	9 25	14 1 6	. . . . .	. . . .

* C'est la plus grande hauteur observée, le vent étoit Sud-Sud-Oueſt, très-froid.

Table du temps & de la hauteur des marées dans les quadratures au Havre de Grace.

Mémoires de l'Académie 1710.

Jours des quadratures.	Temps de la haute mer.	Hauteur de la mer.	Jour de la plus petite marée.	Hauteur de la mer.
1701.	H. M.	pi. po. li.	1701.	pi. po. li.
16 Avril	. . . . .	11 2 6	17 Avril	10 10
29 Avril	. . . . .	12 2 6	1 Mai	10 10 6
15 Mai	. . . . .	13 0 6	16 Mai	12 7 6
29 Mai	. . . . .	12 3 0	30 Mai	11 4
13 Juin	3 1	13 6	14 Juin	13 0
28 Juin	3 10	11 9	29 Juin	11 3
12 Juillet	2 5	13 11	14 Juillet	12 11
28 Juillet	3 0	11 10	29 Juillet	11 6
11 Août	2 50	13 11 6	13 Août	12 7
26 Août	2 0½	12 4 3	28 Août	11 8 6
9 Septembre	2 42	13 7 8	10 Septembre	11 8 9
25 Septembre	2 24	11 3 6	26 Septembre	10 7
8 Octobre	2 29	13 6 4	10 Octobre	11 2 3
24 Octobre	2 30	11 7 9	25 Octobre	10 4 8
7 Novembre	2 51	12 5	8 Novembre	11 5
23 Novembre	. . . . .	12 6	23 Novembre	12 6
7 Décembre	2 51	12 4		
22 Décembre	2 39	13 6		
1702.			1702.	
6 Janvier	3 4	14 34		
20 Janvier	2 13	15 0 9	22 Janvier	13 2 8
5 Février	2 36	12 5 3	6 Février	10 10
19 Février	2 24	13 4	21 Février	12 7 9
6 Mars	1 55	11 3 6	8 Mars	*9 8 4
20 Mars	2 46	13 4 9	22 Mars	10 10 4
5 Avril	2 12	11 8	6 Avril	10 6 3
19 Avril	3 14	12 2 9	20 Avril	11 6 3
5 Mai	3 30	11 5	7 Mai	11 6
18 Mai	3 10½	12 2 8	20 & 21 mai	11 4

* C'eſt la plus petite hauteur.

Des marées ſur les côtes des Pays-bas.

166. C'eſt par le Nord que viennent les marées des Pays-bas; elles ſont très-irrégulieres ſur la côte de Flandre, mais cela vient de l'irrégularité des contours de la mer, du giſement des côtes, & d'une quantité de bancs de ſable, & de bas fonds, dont la mer eſt remplie: M. Mann a donné à ce ſujet dans les Mémoires de Bruxelles, des réflexions très-judicieuſes dont nous allons faire uſage.

Cette mer à l'endroit par où les marées entrent principalement, c'eſt-à-dire, entre les côtes de Norvege & les côtes de Schetland, les Orcades & l'Ecoſſe, a environ 80 lieues de large, elle n'en a que 7 vers Calais, où doit ſe faire la ſortie des mêmes eaux; cela produit ſur les côtes de Flandre & de Zelande, un regonflement & un tournoiement qui ſe joint à l'effet des vents & des courans, & cauſe des irrégularités conſidérables dans les marées.

Il y a ſur-tout un phénomene particulier à cette mer; c'eſt ce que les Marins Anglois nomment *Tyde* & *Half-tyde*, c'eſt-à-dire, marée & demi-marée, ou flux & demi-flux; c'eſt une variation & une irrégularité dans la direction & la durée du flux & du reflux dans ces mers, dont la connoiſſance eſt eſſentiellement néceſſaire à tous les Marins qui la fréquentent.

Flux & demi-flux.

Ce phénomene de flux & demi-flux commence à ſe manifeſter vers l'iſle de Vlie & le Texel, qui font un angle ſaillant dans la mer, & il ſe fait ſentir plus ou moins ſur toutes les côtes des Pays-bas, Hollandois, Autrichiens & François, juſqu'à Calais. Voici la maniere dont tous les Marins l'expriment, & les particularités qu'ils y obſervent.

Sur toutes les côtes de Hollande & de Flandre, il y a flux & demi-flux. Quand il y a haute marée au milieu de la mer, entre ces côtes & celles d'Angleterre, il y a demi-

flux ſur l'une de ces côtes, & baſſe marée ſur la côte oppoſée ; & quand il y a haute marée ſur une côte, c'eſt le demi-flux ou demi-juſant au milieu de la mer, & baſſe marée ſur l'autre côté. On a obſervé auſſi le flux & demi-flux vers la côte d'Angleterre, au-deſſus de Douvre, vers la rade des Dunes, ou *Downs*, (Phil. tranſ. 1684, n°. 158, Abr. II, pag. 288), que M. Smith expliquoit, par un courant inférieur & profond ſous l'eau, comme dans le Sund (art. 188), & dans le détroit de Gibraltar (art. 136).

Il ſemble que cela vienne des deux marées, dont l'une arrive du Nord & l'autre du Midi, & qui ont lieu ſur les deux rives de la Manche ; enſorte que les paquebots, ou bateaux de paſſage, vont ſouvent en ſens contraire dans le même-temps, ſuivant qu'ils rangent la côte, ou qu'ils prennent le milieu du détroit.

167. Depuis l'iſle de Texel, la côte s'étend vers le S. S. O. environ 18 lieues juſqu'à la Meuſe en Hollande ; ſur toute cette étendue de la côte, la marée entre ſeulement pendant 3 heures juſqu'au flux, & deſcend enſuite pendant 9 heures juſqu'au juſant ; mais vis-à-vis en haute mer, le flux monte encore 3 heures, & alors commence le juſant ; de ſorte que le demi-flux en mer fait la haute marée ſur cette côte.

168. Devant la Meuſe, le flux entre pendant $4^h\ 25'$, & le juſant ſort pendant $7^h\ 35'$, & court vers le Sud-Oueſt.

Sur la côte de la Flandre, le flux dure 5 heures ou 4 heures & demie, & le juſant 7 heures ou 7 heures & demie ; & Dom Mann l'a ſouvent obſervé lui-même ; mais ces variations paroiſſent réſulter du différent giſement des côtes.

Les effets de ce phénomene ne ſont pas, à beaucoup près, ſi ſenſibles ſur la côte de l'Eſt d'Angleterre, ſurtout au Nord du banc de ſable, appellé *Kentishknock*, qui eſt à environ 4 lieues au Nord-Nord-Eſt du Cap North-Foreland, où la marée court du Nord au Sud ; mais ils influent ſur la direction & la durée des marées par toute la Manche. Le Capitaine Collins, dans ſes Cartes Ma-

rines,

rines, marque la rencontre & la jonction des marées qui viennent de la mer du Nord par le détroit de Calais, avec celles qui viennent de l'Océan Atlantique par l'entrée de la Manche, à-peu-près vis-à-vis de Winchelsea en Sussex, qui est environ à 20 lieues à l'Oueſt de Douvres. En Normandie, on regarde la Hague comme le point de rencontre; on le voit dans la Carte des îles Britanniques, *Hydrographie Françoiſe, par Belin;* ce qui fait voir combien les marées ſont retardées par le peu de largeur & de profondeur qu'a le détroit de Calais, en comparaiſon de l'entrée de cette mer par le côté du Nord, puiſque le flux qui paſſe par le vaſte Océan ſans obſtacle, s'avance ſi loin dans la Manche vers l'Eſt, avant que de rencontrer la marée qui eſt retardée à ſon paſſage par le détroit de Calais : ceci ſeroit peut-être un élément propre à fonder la théorie, & les calculs des marées dans la mer du Nord. On en verra bientôt un ſecond, tiré de la formation des bancs (art. 172).

170. La rencontre des deux marées, dans le canal de Saint-George, entre l'Angleterre & l'Irlande, c'eſt-à-dire, de celle qui entre par le Nord, & de celle qui entre par le Sud de cette mer, ſe fait entre Liverpool & Holyhead d'un côté, & Dublin de l'autre; elles y cauſent un tournoiement & un bouillonnement par la rencontre des flux oppoſés, & y ſuſcitent les vagues, les tourmentes & les tempêtes fréquentes qui rendent le paſſage de cette petite mer ſi dangereux & ſi connu par des naufrages.

171. Cela vient toujours de ce que l'entrée de cette mer eſt dix ou douze fois plus large entre la côte & les îles au Nord de l'Ecoſſe d'un côté, & la Norvege de l'autre, que n'en eſt la ſortie par le détroit de Calais. Cette grande ouverture au Nord laiſſe entrer une bien plus grande quantité d'eau de l'Océan hyperboréen, par le mouvement naturel des marées, & ſur-tout quand les vents du Nord & du Nord-Oueſt y regnent, que celle qui peut ſe décharger en même-temps par le détroit de Calais; & l'entrée de ce grand amas d'eaux dure ſi long-temps, qu'il eſt arrivé à l'équilibre avec le regonflement & la

rétrogradation des eaux renvoyées du fond méridional de cette mer vers le Nord, avant que le détroit de Calais puiſſe évacuer chaque marée; de ſorte que le flux, dans différens endroits de cette mer, doit néceſſairement être plus court que le juſant; mais plus ou moins, ſuivant les ſituations & le giſement des côtes & des bas fonds. Mais le principal effet, comme on l'a vu, eſt, qu'au milieu de la mer, devant les côtes de la Flandre & de la Hollande, le flux dure plus long-temps que le juſant; tandis que ſur les côtes, le juſant dure deux fois plus long-temps que le flux.

172. Il y a une eſpece de regonflement de rétrogradation & de tournoiement des eaux renvoyées du fond méridional de l'Océan germanique vers le Nord, par la réſiſtance du détroit de Calais, qui ne peut les décharger aſſez vîte; il ſemble que ce mouvement ſoit plus ſenſible entre la Province d'Yorck en Angleterre, & celle de Jutlande en Dannemarck; ce qui a pu produire le grand banc de ſable, ſi fameux pour la pêche, appellé Doggers-banc, qui traverſe preſque toute cette mer, & qui a été formé par le ſable & le limon que les flots contraires y ont dépoſés. Les marées dans cet endroit, troublées par la rencontre des courans, perdent leur mouvement régulier, ſe troublent, & y font un bouillonnement très-connu des Pêcheurs qui fréquentent ce banc. Ces eaux troublées, remplies de limon, de ſables & d'autres ſubſtances, ſont vraiſemblablement la cauſe de l'abondance de poiſſons, qui y eſt plus grande que dans tout le reſte de cette mer. On pourroit auſſi attribuer à la même cauſe la formation de la Welle, autre banc de ſable au Sud du Doggers-banc, celle du Bree-Viertien ſur les côtes de la Hollande, & même de la fameuſe Jutſche-Riffe. La ſituation de ces différens bancs pourroit donner un ſecond élément pour la théorie & les calculs des mouvemens principaux de la mer du Nord, de ſes courans & de ſes marées.

173. Il y a un autre Phénomene, qui n'eſt que l'effet du flux & demi-flux, & qu'on obſerve ſur les côtes: dans

les dernieres heures du flux, avant la pleine mer, la vîteſſe augmente ; la mer entre & s'éleve plus vîte & en plus grande proportion que pendant les premieres heures ; de même, la mer s'abaiſſe, & ſe retire des côtes dans les premieres heures beaucoup plus vîte qu'elle ne fait pendant les dernieres heures de ſa deſcente, & immédiatement avant la baſſe marée (*Dom Mann, Mém. de Bruxelles*, tome I, pag. 130 & ſuiv.).

174. La marée extraordinaire du 2 Janvier 1767, occaſionna un Mémoire intéreſſant ſur les marées de la côte de Flandre, par M. de Fourcroy de Ramecourt, qui a paru cette année 1780, dans le huitieme vol. des *Mémoires préſentés à l'Académie, par des Savans Etrangers ;* on y trouve le réſultat de pluſieurs années d'Obſervations, faites à Dunkerque, à Gravelines & à Calais, par d'anciens Matelots logés près des Ecluſes, où il y a des échelles graduées en demi-pieds, comme celles du Pont Royal & du Pont de la Tournelle à Paris ; on en trouvera le réſultat dans les tables ci-après, ainſi que celui des anciennes Obſervations faites à Dunkerque, & rapportées dans les Mémoires de 1710. Mais comme on ne peut obſerver que la haute mer à Calais, M. de Fourcroy a ſuppoſé que la baſſe mer des vives eaux étoit de 3 pieds plus bas que le point fixe, ſur lequel on meſure de tout temps à Calais la hauteur du flot ; & cela, d'après des informations faites vers 1730, pendant deux années de ſuite, qu'on prit des ſondes en vives eaux ; ce qui donne 18 pieds 5 pouces pour la marée moyenne des ſyzygies à Calais, (pag. 589), elle eſt la même à Gravelines.

A Dunkerque, tous les Officiers du Génie aſſurent qu'elle n'eſt que de 17 pieds 6 pouces. Il paroît que c'eſt la même choſe à Oſtende.

D'après ces données, au défaut d'un nivellement actuel, M. de Fourcroy a dreſſé un profil qui repréſente toutes les hauteurs de la pleine mer ſur cette côte de 18 lieues, comme ſi le coup de pleine mer étoit inſtantané ; il y a rapporté les hauteurs des terres de la Flandre Fran-

çoiſe, en prenant les *attachemens* ſur les nivellemens faits pluſieurs fois dans le pays.

On y voit la poſſibilité de la ſubmerſion totale de cent mille arpens dans la partie Françoiſe; car les plus hauts points de cette riche plaine atteignent à peine la ſurface des grandes marées des ſyzygies, qui ont lieu entre Gravelines & Dunkerque. Le lac des Moëres, qui a ſept à huit mille arpens, n'eſt peut-être pas pendant quatre heures de la journée au-deſſus de la ſurface actuelle de la mer, quelquefois il eſt de 18 pieds au-deſſous, (p. 595). C'eſt d'après ces judicieuſes & importantes Obſervations, que M. de Fourcroy a indiqué dans ſes Tables les hauteurs les plus convenables pour les digues qui peuvent défendre le pays contre les irruptions de la mer, & qui doivent pour cela ſurmonter de 15 à 18 pouces les plus hautes marées connues.

175. A Boulogne, les Marins les plus exercés ont dit à M. de Fourcroy qu'ils jugeoient fort exacte l'heure du Port, marquée dans les Tables à 11 heures. Il faut entendre ici 11 heures du matin, puiſque c'eſt toujours celle des deux marées qui frappe le plus tous les yeux, le jour de la ſyzygie; mais pour s'entendre, & faire des Tables régulieres & uniformes, il faudroit y mettre la marée du ſoir, qui arrive environ 18′ plus tard.

La hauteur moyenne des grandes marées des ſyzygies, y eſt de $20\frac{1}{2}$ pieds; la réſiſtance que la mer éprouve dans le pas de Calais, & qui accumule les eaux à Saint-Malo, fait auſſi que la mer monte de 2 pieds plus à Boulogne qu'à Calais, qui eſt de quelques lieues plus avancé vers l'iſſue du detroit de la Manche. Il y a encore dans le pas de Calais des irrégularités qui viennent du mélange des deux marées, dont l'une arrive par le Nord & l'autre par le Midi, comme on l'a vu ci-devant.

Le grand retard qu'on obſerve dans la marée de cette côte où elle arrive 9 heures plus tard que ſur les côtes de Gaſcogne (art. 58), vient en partie de cette réſiſtance. Mais on pourroit dire auſſi que les eaux, au temps du reflux

de la grande mer, reviennent des côtes ſeptentrionales de France & d'Angleterre, ſe réuniſſent dans la Manche; & y étant arrêtées, font enfler les eaux dans le pas de Calais; ce qui produit la pleine mer aulieu de la baſſe mer qu'il devroit y avoir.

176. L'heure de la pleine mer à Calais, a été ſur-tout vérifiée par M. de Fourcroy, ſur un nombre conſidérable d'Obſervations. Il a pris dans le Journal des marées tenu dans cette Ville, cent ſoixante-ſept Obſervations ſuivies du jour de nouvelle lune, & cent ſoixante-quatre du jour de pleine lune; en tout trois cents trente & une. Il a fait la réduction de ces trois cents trente & une Obſervations en ſix ou huit manieres différentes: il a trouvé toujours à-peu-près pour heure moyenne de la pleine mer, $11^h\ 48'$ du matin. Comme toutes ces Obſervations ſont faites de jour, celles de la pleine lune ſont des marées de deſſous; mais ſi la pleine lune arrive à midi, elles doivent donner le même réſultat que celles de la nouvelle lune, ſuppoſée auſſi à midi; & comme dans ces trois cents trente & une ſyzygies, il y en a eu à toutes les heures du matin & du ſoir, on peut ſuppoſer que le réſultat moyen ſoit adapté à une ſyzygie qui arriveroit à midi. Il auroit fallu peut-être réduire toutes les marées obſervées, à ce qui auroit eu lieu dans le cas de la ſyzygie de midi; mais M. de Fourcroy n'a pas jugé que la préciſion de ces Obſervations méritât tout ce travail; on y marque ſeulement les quarts-d'heure ſur l'horloge de la Ville; ainſi des réductions de quelques minutes y ſeroient à-peu-près inſenſibles. A Calais.

Puiſque l'expérience & la théorie nous apprennent que l'heure d'une marée peut anticiper & retarder de plus d'une heure entiere ſur la moyenne, ſelon les diſtances de la lune au ſoleil, ainſi que par rapport aux vents & accidents des côtes; il étoit naturel d'exprimer la moyenne entre toutes ces hauteurs, par la plus grande fréquence qui ſe rencontre dans les Obſervations. Or, M. de Fourcroy a trouvé dans le Journal, que les trois

cents trente & une Obſervations ſe ſont répétées comme il ſuit.

La quantité de $11^h\ 30'$ s'eſt à la vérité répétée plus ſouvent que toutes les autres ; mais on doit auſſi conſidérer que la pleine mer n'eſt arrivée que trente-huit fois plutôt, contre deux cents une fois plus tard ; & que parconſéquent cette quantité ne tient pas le milieu entre ces variations. Quand l'on choiſit $11^h\ 45'$, on a cent trente marées arrivées plutôt, contre cent vingt-trois arrivées plus tard ; ce qui approche beaucoup de l'égalité.

Il réſulte donc du Journal, que l'heure $11^h\ 30'$, marquée dans les Tables pour le Port de Calais, le ſeroit mieux à $11^h\ 45'$; & que même dans le Port, il convient de compter cette quantité moyenne à $11^h\ 48'$.

La hauteur de la pleine mer moyenne des ſyzygies à Calais par un milieu, entre deux cents ſoixante-cinq Obſervations que M. de Fourcroy a raſſemblées & calculées, arrive à 15 pieds 5 pouces de l'échelle qui eſt à l'écluſe de Calais. Le point du zéro eſt environ de 3 pieds au-deſſus du point qui lui paroît être le niveau de la baſſe mer moyenne des ſyzygies, qu'on a eſtimé par des ſondes faites en 1730, à quelque diſtance de l'entrée du chenal ; ainſi il y a environ $18\frac{1}{2}$ pieds de marée totale à Calais. J'ai rapporté dans les *Mémoires de l'Académie* pour 1772, pag. 297 & ſuivantes, un Recueil d'Obſervations, faites à Calais, ſur les hauteurs de la pleine mer ; mais la Table ſuivante en contient le réſultat, de même que pour Dunkerque & Gravelines.

177. A Dunkerque les marées ſont de 17 pieds & demi dans les ſyzygies ; on trouvera ci-après les hauteurs obſervées en 1701 & 1702, par M. Baert aux heures de la pleine mer, au-deſſous de la tablette du Quai, proche l'écluſe du baſſin, à la montée du côté de la Citadelle. Les Marins y eſtiment l'établiſſement de $11^h\ 45'$, & non pas de 12 heures, comme on le trouve dans les Tables ; mais M. Baert le trouvoit de $11^h\ 54'$ (*Mem.* 1710, pag. 322).

A Dunkerque, les Pilotes disent quelquefois que la marée en rade est différente de celle du Port, parce qu'il faut deux ou trois heures après la pleine mer pour que le jusant reporte sensiblement à l'Oueſt, & que les vaisseaux mouillés en rade commencent à éviter, c'est-à-dire, à retourner; alors la mer est déja baissée de 5 à 6 pieds dans le Port; mais quand on sonde en rade, on trouve le même abaissement à la même heure, comme M. Mechain, Astronome hydrographe du dépôt de la Marine, l'a observé en 1776, lorsqu'il travailloit à une Carte Marine de nos côtes, avec M. de la Bretonniere, Lieutenant des vaisseaux du Roi.

Ainsi il y a déja deux ou trois heures que la mer baisse, lorsque le jusant reporte vers l'Oueſt; le flot continue de porter encore à l'Est, quoique la mer ait déja descendu; & les bâtimens qui attendroient ce retour, ou ce courant du reflux, pour entrer dans le Port, n'y trouveroient plus assez d'eau.

La cause de ce phénomene est peut-être l'impulsion qui continue le mouvement lors même que la cause a ceſſé; peut-être est-ce la marée qui vient du Nord, en suivant la côte orientale de l'Angleterre (art. 173), & qui produit une irrégularité sensible à Dunkerque, suivant M. Pingré (*Journal du Voyage sur la Frégate l'Aurore*, 1768, pag. 153).

A Gravelines, M. de Fourcroy estime que l'heure moyenne est $11^h\ 45'$, comme à Dunkerque, & il se fonde sur le sentiment des Marins, comparé avec les Observations de Calais. Il avoit commencé à Gravelines un Journal, qui, jusqu'au 31 Décembre 1766, contient une suite des hauteurs de la pleine mer à l'une des deux marées de chaque jour, relativement à un point fixe, pendant sept années consécutives, avec peu de lacunes. Sur 175 Observations de syzygies, la plus grande hauteur se trouve à 13 pieds 2 pouces de l'échelle, & la plus petite à 9 pieds; ce qui fait, comme à Calais, une différence de 50 pouces. La hauteur moyenne répond à 11 pieds 2 pouces (*Mém. Prés.* VIII, pag. 581).

Tables des élévations des marées & de celles des terres, à Calais, dreſſées par M. de Fourcroy.

Hauteurs au-deſſus du niveau réduit de la mer.			Hauteurs ſur la diviſion de l'éch. de Calais.			Points déterminés à Calais & aux environs.
pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	
20	10	4	24	0	0	Niveau le plus haut des rues.
18	0	4	21	2	0	Sommet convenable aux digues du Calaiſis.
17	10	4	21	0	0	Niveau réduit des rues.
16	9	4	19	11	0	Sommet convenable aux digues ſous Calais.
15	7	4	18	9	0	Seuil du portail d'Oueſt de la paroiſſe Notre-Dame, au pied du ſocle à gauche en entrant.
15	6	4	18	8	0	Pleine mer du 2 Janvier 1767.
14	10	4	18	0	0	Niveau le plus bas des rues.
14	4	4	17	6	0	Pleine mer la plus haute des ſyzygies.
14	0	4	17	2	0	Pleine mer du 2 Décembre 1763, en quadr.
12	3	4	15	5	0	Pleine mer moyenne des ſyzygies.
10	6	4	13	8	0	Niveau des plus hautes terres du bas Calaiſis.
10	2	4	13	4	0	Pleine mer la moins haute des ſyzygies, & la plus haute des quadratures.
7	8	4	10	10	0	Pleine mer moyenne des quadratures.
5	1	4	8	3	0	Niveau des plus baſſes terres du Calaiſis.
4	10	4	8	0	0	Pleine mer la moins haute des quadratures.
3	0	10	6	2	6	Niveau de l'eau ordinaire dans les puits de Calais.
.....			3	1	8	Niveau réduit de la mer, au tiers de la marée (117).
Au-deſſous du niveau de la mer.						
3	1	8	0	0	0	Point fixe de l'échelle de Calais, à l'écluſe nommée de la Citadelle.
6	1	8	3	0	0	Niveau probable de la baſſe mer moyenne des ſyzygies.

On trouvera ci-après des Tables pareilles pour Dunkerque & Gravelines. Pour comparer enſemble ces trois Tables, il ſuffit d'obſerver que le zéro de l'échelle de Calais eſt 3 pieds un pouce 8 lignes au-deſſous du niveau réduit de la mer; celui de Gravelines 9 pouces 6 lignes $\frac{4}{10}$ au-deſſus; celui de Dunkerque, 5 pieds 10 pouces au-deſſous. M. de Fourcroy a auſſi trouvé celui d'Oſtende, 4 pieds 10 pouces au-deſſous (*Mém. préſentés*, T. VIII, p. 593).

Tables

Table du temps & de la hauteur des marées dans les nouvelles & pleines lunes à Dunkerque.

Mémoires de l'Académie 1710, page 330.

Jours des nouvelles & pleines lunes.	Temps de la haute mer observée.	Hauteur du point fixe au-dessus de l'eau.	Jours de la plus haute marée.	Hauteur de la mer.
1701.	H. M.	pi. po. li.	1701.	pi. po. li.
24 Mars	11 45	4 11	26 Mars	4 3
8 Avril	12 21	5 11	10 Avril	5 8
22 Avril	11 44	5 3	24 Avril	4 7
8 Mai	12 35	6 2	11 Mai	6 1
22 Mai	12 8	5 3	23 Mai	5 1
6 Juin	11 50	6 6	7 Juin	6 0
20 Juin	11 43	6 2	21 Juin	5 7 6
6 Juillet	12 9	5 10	7 Juillet	5 5 6
19 Juillet	11 24	6 6	22 Juillet	5 10
4 Août	11 48	5 7 6	6 Août	4 9 6
18 Août	12 2	5 10	22 Août	5 1 6
2 Septembre	11 37	5 7 6	6 Septembre	3 10 6
17 Septembre	12 24	6 1	19 Septembre	5 3
2 Octobre	11 46	3 11	2 Octobre	3 11
16 Octobre	11 42	6 5	17 Octobre	4 0
31 Octobre	11 39	4 6 4	30 Octobre	3 10 6
15 Novembre	12 0	5 10	16 Novembre	5 6
29 Novembre	11 20½	6 8	30 Novembre	3 2
15 Décembre	11 55	6 11	17 & 18 Déc.	6 3
29 Décembre	11 51½	5 0	30 Décembre	3 7
1702.			1702.	
14 Janvier	12 9	5 6	14 Janvier	5 6
28 Janvier	11 46	5 9	30 Janvier	5 6
12 Février	11 32	6 2	13 Février	4 6
26 Février	11 57	5 6	27 & 28 Fév.	3 3
14 Mars	12 13½	5 6	15 Mars	4 6
28 Mars	12 10½	5 10	30 Mars	5 2
12 Avril	11 45	4 3	15 Avril	3 10 6
27 Avril	12 47	5 11	26 Avril	5 4
11 Mai	11 36	5 6	13 Mai	4 4
26 Mai	11 47	6 10	29 Mai	6 4

Table du temps & de la hauteur des marées dans les quadratures à Dunkerque.

Mémoires de l'Académie 1710, page 332.

Jours des quadratures.	Temps de la haute mer observée.	Hauteur du point fixe au-dessus de l'eau.	Jour de la plus petite marée.	Hauteur.
1701.	H. M.	pi. po. li.	1701.	pi. po. li.
31 Mars	5 36 s.	8 6	2 & 3 Avril	9 2
16 Avril	5 40	9 3 6	17 Avril	9 5
29 Avril	4 44	8 1 6	1 Mai	9 10
15 Mai	5 30	8 4 6	16 Mai	8 8
29 Mai	5 26	8 7	30 Mai	9 4
13 Juin	5 7½	7 7 4	14 Juin	7 11 2
28 Juin	5 16 m.	8 7 4	30 Juin	9 3
12 Juillet	4 48½	6 6 6	15 Juillet	8 1 6
28 Juillet	5 20½	8 8 2	29 Juillet	9 0
11 Août	5 23	7 0 6	15 Août	8 6
26 Août	4 31	8 0 8	29 Août	9 3
9 Septembre	5 39	5 7 6	11 Septembre	8 7
25 Septembre	5 18	9 2 6	27 Septembre	10 1
8 Octobre	4 51	7 0	11 Octobre	9 7
24 Octobre	4 43	8 5 6	26 Octobre	9 5
7 Novembre	5 34	6 11	9 Novembre	9 1
23 Novembre	5 24½	7 5	26 Novembre	8 4 6
7 Décembre	5 58	7 5	8 Décembre	9 6 6
22 Décembre	5 15½	7 6 8	23 Décembre	7 11
1702.			1702.	
6 Janvier	5 51	8 4 6	5 Janvier	8 5
20 Janvier	4 49	7 8	20 Janvier	7 8
5 Février	5 18	7 8	8 Février	10 2
19 Février	5 23	6 2	21 Février	8 7
6 Mars	4 33½	9 2	8 Mars	10 1
20 Mars	4 35	7 10	22 Mars	9 7
5 Avril	4 57	5 2	8 Avril	8 10
19 Avril	5 27½	8 2	20 Avril	9 3
5 Mai	5 45½	9 3 3	5 Mai	9 3 3
18 Mai	5 17	8 4	19 Mai	9 1 3

Voici encore une Table où l'on voit les élévations des marées & celles des terres, à Dunkerque, dreſſée par M. de Fourcroy.

Mémoires préſentés à l'Académie, Tome VIII, page 599.

Haut. au-deſſus du niveau réduit de la mer.		Hauteurs ſur la diviſion de l'éch. de Dunkerque.		Points déterminés à Dunkerque & aux environs.
pi.	po.	pi.	po.	
24	10	30	8	Repaire marqué ſur le ſocle, dans le portail de la paroiſſe au Sud.
22	1	27	11	Niveau du milieu de la place d'armes.
20	4	26	2	Niveau réduit des rues.
19	2	25	0	Sommet convenable aux digues dans la plaine.
17	11	23	9	Sommet convenable aux digues, ſous Dunkerque.
16	8	22	6	Pleine mer du 2 Janvier 1767.
16	5	22	3	Pleine mer probable du 31 Décem. 1720.
16	2	22	0	Pleine mer du 2 Décembre 1763, en quadrature.
14	6	20	4	Pleine mer, la plus haute des ſyzygies.
11	8	17	6	Pleine mer moyenne des ſyzygies.
11	2	17	0	Niveau des plus hautes terres, vers Dunkerque.
9	11	15	9	Pleine mer la moins haute des ſyzygies, & la plus haute des quadratures.
8	7	14	5	Pleine mer moyenne des quadratures.
7	3	13	1	Pleine mer la moins haute des quadratures.
6	2	12	0	Niveau des terres autour de Furnes.
5	5	11	3	Niveau des terres autour de Bergues.
4	8	10	6	Niveau des terres autour d'Uxem.
. . . . .		5	10	Niveau réduit de la mer.
Au-deſſous du niveau de la mer.				
1	7	4	3	Niveau des terres de Moeres, deſſéchées par M. d'Herouville.
5	10	0	0	Point fixe de l'échelle de Dunkerque, à l'écluſe nommée de Bergues.
				Niveau probable de la baſſe mer moyenne des ſyzygies.

Tables des élévations des marées & de celles des terres, à Gravelines, dreſſées par M. de Fourcroy.

Mémoires préſentés à l'Académie, Tome VIII, page 598.

Hauteurs au-deſſus du niveau réduit de la mer.			Hauteurs ſur la diviſion de l'échelle de Gravelines.			Points déterminés à Gravelines & aux environs.
pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	
27	0	3,4	26	2	9	Niveau le plus haut des rues.
20	5	3,4	19	7	9	Repaire marqué ſur le ſocle, autour de la citerne royale, à l'angle du N. O. près le puiſard. C'eſt le deſſus même du ſocle.
20	0	3,4	19	2	9	Niveau réduit des rues.
19	1	6,4	18	4	0	Sommet convenable aux digues dans la plaine.
17	10	6,4	17	1	0	Sommet convenable aux digues ſous Gravelines.
16	7	6,4	15	10	0	Pleine mer du 2 Janvier 1767.
16	2	6,4	15	5	0	Pleine mer probable de 27 Février 1736, & en 1737.
15	2	6,4	14	5	0	Pleine mer du 11 Mars 1750.
14	11	6,4	14	2	0	Pleine mer du 2 Décembre 1763, en quadr.
14	3	6,4	13	6	0	Niveau des plus hautes terres vers Bourbourg.
13	11	6,4	13	2	0	Pleine mer la plus haute des ſyzygies.
13	0	3,4	12	2	9	Niveau le plus bas des rues.
11	11	6,4	11	2	0	Pleine mer moyenne des ſyzygies, & ſurface des terres, près de Gravelines.
9	9	6,4	9	0	0	Pleine mer la moins haute des ſyzygies, & la plus haute des quadratures.
8	9	6,4	8	0	0	Niveau des plus baſſes terres, près la riviere d'Aa.
7	7	6,4	6	10	0	Pleine mer moyenne des quadratures.
5	2	6,4	4	5	0	Pleine mer la moins haute des quadratures.
8	9	6,4	0	0	0	Point fixe de l'échelle de Gravelines, à l'écluſe de la riviere d'Aa.
. . . . .				9	6,4	Niveau réduit de la mer.
Au-deſſous du niveau de la mer.						
5	11	9,2	5	3	6,8	Niveau probable de la baſſe mer moyenne des ſyzygies.

178. Dom Mann a raſſemblé beaucoup d'Obſervations ſur les marées des côtes de Flandre dans les Mémoires de Bruxelles, tom. I, pag. 135.

Selon lui, tous les Navigateurs, Pilotes-cotiers, & Maîtres de bâtimens Hollandois, & ceux d'Oſtende & de Dunkerque, qui fréquentent continuellement la côte de Flandre & de Hollande, s'accordent à aſſurer que la quantité des marées en vives eaux eſt de $17\frac{1}{2}$ pieds, ſans aucune différence remarquable, à Dunkerque, à Oſtende, à Fleſſingue, & ſur la côte de Hollande.

179. Cependant, à Oſtende elles ſont plus grandes, & vont quelquefois juſqu'à 23 pieds, ſuivant le rapport de feu M. Meynne, long-temps Capitaine des Pilotes à Oſtende, & très-intelligent dans ces matieres. La quantité des petites marées dans les quadratures, y eſt de 16 à 18 pieds de Bruges & d'Oſtende, qui font $13\frac{1}{2}$ & $15\frac{1}{4}$ de France *; les marées de vives eaux vont de 18 à 22 pieds, ou $15\frac{1}{4}$ & $18\frac{2}{3}$, quelquefois à 24 pieds, ou $20\frac{1}{3}$ de France. Lorſqu'il y a des bouraſques de Nord-Oueſt, elles vont à 22 pieds de France; & dans les orages, à 27 pieds, ou 22 pieds $10\frac{1}{2}$ pouces de France; en ſorte que l'effet des vents y eſt de plus de 3 pieds.

180. Dom Mann a fait lui-même un grand nombre d'Obſervations ſur la quantité des marées à Nieuport: au-dedans du Port même, il n'a pas trouvé les marées des ſyzygies de plus de 16 pieds de France, lorſqu'elles n'étoient pas affectées des vents; les marées des quadratures n'y étoient que de onze à douze; mais hors du Port, & ſur la côte devant la Ville, les marées ordinaires de vives eaux ſe trouvent de 17 pieds & demi de France, comme ſur tout le reſte de la côte de Flandre.

Les plus habiles Pilotes de Nieuport, que Dom Mann a conſultés là-deſſus, ainſi que d'autres perſonnes intelligentes, lui ont aſſuré unanimement que les marées des vives

* Le pied de Bruges & d'Oſtende contient 11 pouces d'Angleterre, & le pied d'Angleterre eſt de 11 pouces $3\frac{1}{10}$ lignes de France.

eaux, qui ne ſont pas affectées par des cauſes accidentelles & étrangeres, ne vont pas au-delà de 16 pieds de France dans le Havre de Nieuport. Pour expliquer cette différence entre les marées au-dedans du Port, & celles de la mer ſoit devant le Port, ſoit dans ceux d'Oſtende & de Dunkerque, qui en ſont ſi près, il obſerve que le fond même de ce Port eſt plus haut que la ligne de niveau des baſſes marées de vives eaux; ce qui oppoſe une réſiſtance à l'élévation de l'eau. Il conſidére auſſi l'écoulement preſque continuel des eaux douces tirées de toute la Flandre occidentale, qui ſe déchargent dans ce Port par cinq écluſes. Si ce Port étoit auſſi profond que le niveau des baſſes marées de vives eaux, cet écoulement des eaux douces du pays, empêcheroit qu'on n'y eut preſque jamais le vrai niveau des baſſes marées de vives eaux. Il réſulte de la combinaiſon de ces deux cauſes, que la quantité des marées dans le Havre de Nieuport, doit paroître moindre qu'elle n'eſt en pleine mer, même immédiatement devant ce Port.

Mais indépendamment de ces marées ordinaires, différens Ecluſiers de Nieuport lui ont aſſuré que la violence des vents, & des orages qui viennent du Nord au Nord-Oueſt, refoule & gonfle les eaux dans le Port, juſqu'à donner des marées extraordinaires de 20 & 23 pieds de France, au-deſſus du vrai niveau des baſſes marées de vives eaux : ceci s'accorde exactement avec ce qui a été obſervé à Oſtende en pareilles occaſions (*Mém. de Bruxelles*, tome I, pag. 139).

180. A Fleſſingue, la quantité des marées dans les vives eaux a été trouvée par M. Frazer, Commiſſaire du Roi à Dunkerque, de 15 pieds & demi, meſure de France. A Weſt-Cappel, qui eſt le point le plus avancé vers l'Oueſt de l'île de Walcheren, en Zélande, il l'a trouvée de 17 pieds 4 pouces, tant par ſes propres meſures que par le rapport de Marins expérimentés. Sur les côtes extérieures de Hollande, les marées ſont de $17\frac{1}{2}$ pieds. Dom Mann dit qu'elles ſont de la même quantité ſur la côte de Hollande juſqu'au Texel; mais en

quelques endroits de la Zélande, elles différent beaucoup; ſans doute, dit-il, à cauſe des embouchures des grandes rivieres, comme l'Eſcaut & la Meuſe.

A l'île de Goerée en Hollande, à l'embouchure de la Meuſe, la marée eſt de 8 pieds ſeulement.

Au Texel & à Yarmouth, qui eſt vis-à-vis, ſur la côte d'Angleterre, la marée totale n'eſt que de 4 à 5 pieds, depuis le flux juſqu'au juſant.

181. Sur les côtes de Hollande, de Zélande & de Flandre, juſqu'au Texel, la direction du juſant eſt vers le Sud-Oueſt; mais à l'île de Vlie, au Nord du Texel, la direction du juſant va du Sud au Nord.

182. Dans une Table imprimée des hauteurs des eaux en Hollande, que j'ai inſérée dans mon Ouvrage ſur les *Canaux de navigation*, l'on trouve pour les hauteurs de la mer les nombres ſuivans; ils ſont en pieds & pouces Rhinlandiques; le pied du Rhin n'eſt que 11 pouces 7 lignes, 183 de France; je n'ai pas fait la réduction en pouces de France, parce qu'il auroit fallu y employer des lignes, & que cette préciſion paroîtroit ridicule.

Le point de départ eſt le Peil d'Amſteldam, qui eſt le point de la haute mer, ou de la marée ordinaire dans cette Ville, du moins telle qu'elle étoit dans le dernier ſiecle; mais elle eſt de 2 ou 3 pouces plus haute actuellement.

Le Peil eſt auſſi la hauteur qu'on obſerve pour ouvrir les écluſes d'Amſteldam, & faire entrer les eaux qui renouvellent les canaux de la Ville. L'Ye, ou le bras de mer qui eſt à Amſteldam, monta juſqu'à 96 pouces au-deſſus du Peil au mois de Décembre 1717, & on l'a vu deſcendre juſqu'à 48 pouces au-deſſous par un grand vent de Sud; mais ce ſont-là des cas extraordinaires.

Dans une figure gravée en 1771, d'après les nivellemens de M. Luloſs, on voit que la ſurface moyenne des eaux intérieures de la Hollande dans le Rhinlandt, eſt de 25 pouces au-deſſous du Peil, & celui de la mer du Nord $14\frac{4}{8}$ au-deſſus. On a fait imprimer auſſi des Tables où ſont les hauteurs moyennes des eaux intérieures & extérieures dans les différens mois.

Hauteurs au-dessus du Peil.

pieds.	pouces.	
11	2	Hauteur de la pleine mer dans les grandes marées de la Meuse, devant Maas-land-Sluis.
10	9	Dans les grandes marées de la mer du Nord à Katwyk, vis-à-vis de Leide, à 52° 8′ de latitude.
7	0	Dans les grandes marées de l'Ye à Sparendam, près d'Amsteldam. On l'a vu par extraordinaire, à 8 pieds en 1717.
2	8	Dans les marées ordinaires de la Meuse, devant Maas-land-sluis.
2	0	Dans les marées ordinaires de la mer du Nord.
0	3	Dans les marées ordinaires de l'Ye à
Au-dessous		Amsteldam.
1	1	Basse mer ordinaire de l'Ye. On l'a vue par extraordinaire à 4 pieds, par de grands vents de Sud.
1	7	Basse mer ordinaire de la Meuse.
3	3	Basse mer ordinaire dans la mer du Nord à Katwyk.
4	9	Basse mer dans la mer du Nord, par un vent d'Est.

Ainsi l'on voit que les marées ordinaires dans la mer du Nord, sont de 5 pieds 3 pouces, mesure de Hollande, mais qu'elles vont beaucoup plus loin dans certains temps.

183. Au Village de Katwyk, sur la côte de la mer du Nord, le flot arrive 12 heures plus tard que dans le canal de la Manche; il vient aux embouchures du Texel & du Vlie, 50 milles plus au Nord-Est, entre 7 & 8 heures; au milieu du Zuiderzée, devant Enkhuizen, à 30 milles du Texel, à 12 heures; aux écluses de Zwaanenburg, entre Amsteldam & Haarlem, 36 milles d'Enkhuizen, à $3^{h}\frac{1}{4}$.

On trouve de même une accélération quand on revient

vers

vers le Midi du côté de la France. Au-dessous de Katwyk à Scheveningen, vis-à-vis de la Haye, environ 8 milles au Sud-Oueſt ſur la même côte, la marée arrive 13′ plutôt. A Ter-Heïde, 5 milles plus loin, où il y a une fameuſe digue de ſable, 30′ plutôt qu'à Katwyk; enfin, à l'embouchure de la Meuſe, 7 milles plus bas, on a la marée encore un quart-d'heure plutôt, ou 45′ avant celle de Katwyk.

184. Voici un extrait des Obſervations faites vers Katwyk ſur la côte de Hollande, qui m'ont été communiquées par M. Brunings, où l'on voit en pouces du Rhin la hauteur de la marée au-deſſus du Peil d'Amſteldam, & la dépreſſion au-deſſous, avec la force des vents; en ſuppoſant 16 degrés de force pour le plus grand vent, à la maniere de Muſſenbroek. On y voit une marée de 56 pouces le 20 Septembre 1766, vers l'équinoxe, & une de 75 le 14 Janvier 1767, après le ſolſtice; quoique dans celle-ci le vent fut à l'Eſt & la lune apogée.

Le 28 Février 1767, on voit 82 pouces de marée, la parallaxe n'étant que de 57′, & le 29 Avril 76 pouces pour 59′ de parallaxe; on voit ici une marée plus forte, quoique la lune fut plus près de la terre, & plus près de l'équinoxe; mais le vent d'Oueſt ou de Nord-Oueſt, étoit plus fort le 28 Février; & l'on a vu ci-deſſus combien les vents influent ſur les marées vers cette côte de Hollande, qui d'ailleurs, eſt expoſée au vent de Nord-Oueſt, ſans être abritée par aucune anſe ni aucun promontoire. L'effet du vent eſt beaucoup moins ſenſible à Breſt; auſſi les Obſervations faites dans ce dernier Port, m'ont paru beaucoup plus déciſives pour la théorie; c'eſt ce qui m'a déterminé à publier toutes celles que j'ai pu recouvrer, & qu'on a vues ci-deſſus.

J'aurois rapporté un plus grand nombre de celles de Hollande, mais les temps n'y ſont pas marqués avec aſſez de préciſion pour que cela puiſſe ſervir à la théorie des marées; c'en eſt aſſez pour faire juger de la quantité des marées, & de l'influence des vents ſur cette côte.

Jours du mois.	Heures.	Hauteur	Vents.	Phases.
1766.		po.		
Sept. 11	7 m.	28	S. & O. 8	P. Q.
	2½ s.	-8	N. & O 10	
	7 s.	45	O. & S. 12	
12	7¾ m.	29	O. 10.	
	3½ s.	-30	Oueſt 8	
13	8½ m.	25	S.O.&S.10	
	3½ s.	-20	O. & N.12	
18	10½ m.	-34	S. S. O. 2	P. L.
	2¼	29	O. & S. 4	
19	11 m.	-22	N. & O. 2	
	2¾ s.	36	O & N. 2	
20	0	-26	N. O. 2	
	4 s.	31	0	
Oct. 3	9½ m.	-34	Eſt 4	N. L.
	2¼ s.	24	E. & N. 4	
4	11 m.	-30	E. & N. 2	
	3 s.	27	Eſt 2	
5	0	-27	Eſt 4	
	3 s.	32	Eſt 4	
17	10¼ m.	-35	N. E. 4	
	2¼ s.	16	E. N. E. 4	
18	11 m.	-36	S. S. E. 4	P. L.
	3 s.	28	S. S. O. 4	
Nov. 2	11¼ m.	-53	S. S. E. 2	N. L.
	2¾	15		
3	0	-35	E. S. E. 2	
	3½ s.	26	*Idem.*	
16	10½ m.	-43	E. S. E. 4	P. L.
	2½ s.	23	Suſt-Eſt 2	
17	11¼ m.	-38	Sud-Eſt 4	
	3¼ s.	32	S. S. E. 2	
18	0	-54	S. O. 8	
	3¾ s.	25	*Idem.*	
Déc. 2	10¼ m.	-41	E. N. E. 4	N. L.
	2½ s.	23	Eſt 4	
3	11½ m.	-37	0	
	3½ s.	26	0	
15	10 m.	-21	Sud 8	P. L.
	1½ s.	45	*Idem.*	
16	10¾ m.	-13	Nord. 6	
	2½ s.	52	*Idem.*	
17	11½ m.	-27	S. O. 10	
	3½ s.	30	*Idem.*	

Jours du mois.	Heures.	Hauteur	Vents.	Phases.
1766.		po.		
Déc. 31	10¼ m.	-27	0	
	2¾ s.	33	0	
1767.				
Janv. 1	11¼ m.	-28	N. O. 4	
	3¼ s.	37	N. O. 10	
14	10¼ m.	-52	Eſt 10	P. L.
	2¼ s.	23	Eſt 8	
Fév. 13	10½ m.	-35	S. O. 6	P. L.
	2¼ s.	32	S. S. O. 4	
14	11¼ m.	-37	S. O. 8	
	3 s.	35	S. & O. 10	
15	0	-35	S. & O. 4	
	3¾ s.	40	0	
28	10¼ m.	-18	Oueſt 10	N. L.
	2¾ s.	64	*Idem.*	
Mars 1	11 m.	-14	N. N. O.10	
	3 s.	67	Oueſt 8	
2	0	-16	Oueſt 10	
	4 s.	64	N. N. O.12	
15	10 m.	-35	E. N. E. 10	P. L.
	2½ s.	36	*Idem.*	
16	11¼ m.	-35	N. & O. 8	
	3¼ s.	36	N. O. 8	
17	0	-27	O. & S. 8	
	4 s.	66	N. O. 10	
29	10 m.	-43	0	N. L.
	2 s.	37	N. N. O. 2	
30	11 m.	-54	Eſt 4	
		32	*Idem.*	
31	11¾ m.	-58	S. E. 4	
	3¾ s.	23	S. S. O. 2	
Avril 14	11 m.	-40	N. & E. 4	P. L.
	3 s.	32	N. & E. 8	
15	11½ m.	-38	N. & O. 2	
	3½ s.	34	N. N O. 4	
16	0	-28	N. & O. 8	
	3¾ s.	42	Nord 8	
28	10½ m.	-30	Nord 10	N. L.
	2¾ s.	45	*Idem.*	
29	11½ m.	-44	N. & O. 4	
	3½ s.	32	N. & O. 6	
30	0	-41	Nord 4	
	4¼ s.	28	N. & O. 8	

On a imprimé en Hollande des Tables de la hauteur des eaux à Spaerendam ſur l'Ye, ou mer d'Amſteldam à Zwaanenburg, à Katwyk ſur la mer du Nord, & à Katwyk ſur le Rhin; voici le réſultat moyen de tous les mois pour la haute mer & la baſſe mer; à Katwyk ſur mer, & à Sparendam pendant un an, en pouces du Rhin, au-deſſus & au-deſſous du Peil.

Sept. 1766.	23,8	au-deſſus	28,2	au-deſſous	2,5	au-deſſus	13,5 au-deſſous
Octobre	25,9		28,4		0,2		14,0
Novemb.	22,8		35,1		0,5	au-deſſous	14,1
Décemb.	23,0		36,0		2,3		15,5
Janv. 1767.	26,0		42,0		2,2		12,8
Février	33,8		32,2		2,2		17,0
Mars	34,0		33,3		3,9	au-deſſus	14,0
Avril	28,6		38,7		2,3	au-deſſous	14,4
Mai	35,8		30,9		1,4		17,1
Juin	34,1		30,1		2,0		15,4
Juillet	35,4		25,0		2,8		22,5
Août	28,6		26,2		0,4	au-deſſus	16,1
milieu	29,3	au-deſſus	32,2	au-deſſous	0,7	au-deſſous	15,5 au-deſſous

La plus grande hauteur fut de 84, le plus grand abaiſſement 62 dans la mer du Nord; dans l'Ye 60 & 51; ainſi la plus grande différence de hauteur de la mer du Nord dans cette année-là, fut de 146 pouces, ou 12 pieds 2 pouces meſure de Leyde; tandis que la différence n'alla qu'à 111 pouces dans le bras de mer, qui eſt au fond du Zuiderzée, vers Amſteldam.

185. On a vu ci-devant (art. 107) le réſultat des Obſervations faites au Texel, ſuivant leſquelles la marée monte quelquefois à 28 pouces de France au-deſſus du terme ordinaire des grandes marées; c'eſt M. Brunings qui me communiqua ces Obſervations, ainſi que les remarques de l'article 182.

A Amſteldam, il n'y a qu'environ 20 pouces de marée: j'ai donné dans mon Ouvrage ſur les canaux, un abrégé des Tables imprimées, qui contiennent les hauteurs des eaux, obſervées tous les jours à Amſteldam depuis le commencement du ſiecle, l'élévation eſt 6 pouces 8

dixiémes au-deſſus du Peil, par un milieu entre toutes les hauteurs de l'année 1737 ; la plus petite 1 pouce 5 en 1706 ; l'abaiſſement moyen au-deſſus du Peil, eſt entre 11 pouces & 16 pouces 8.

La hauteur des marées va toujours en diminuant à meſure qu'on s'enfonce dans le Zuider-zée ; voici une Table de celles qu'on obſerve ſur les côtes de la Friſe à l'Orient & au Nord du Zuider-zée, en commençant par Lemmer, Village qui eſt à 5 milles de Kuinder, à l'extrêmité Sud-Eſt de la Friſe.

Lemmer, la marée eſt de 2 pieds du Rhin.

Staveren, 13 milles plus loin, $2\frac{1}{2}$

Hinlopen & Workum, 7 milles de Staveren, 3

Makhum, Village dans le détroit de Vlie, 5 milles au Nord du Workum, $3\frac{1}{2}$

Harlingen, 7 milles plus loin, vis-à-vis de Franeker, $4\frac{1}{2}$

Bildt, 6

Embden & Delfzyl, à l'Orient & au Nord de la Friſe, 9

Dans l'*Eems*, 10

Embouchure de l'Eems, ſuivant Robertſon, établ. 7^h $30'$

Dans le *Wezer & l'Elbe*, qui ſont plus à l'Orient, vers 54° de latitude & 26° de longitude, 16 pieds

Des marées en Angleterre & dans le Nord.

Marées en Angleterre.

186. Les côtes d'Angleterre qui regardent celles de France ou des Pays-Bas, ont beaucoup de rapport avec celles-ci pour les marées. On en a vu un exemple pour Briſtol (art. 56) ; mais les Anglois n'ont pas publié d'Obſervations détaillées pour différens Ports, comme on

l'a fait en France, ainſi nous ne pourrons pas nous étendre beaucoup à ce ſujet.

Nous avons dit qu'à Calais il y avoit 18 pieds 6 pouces de marée (art. 175); c'eſt à-peu-près la même choſe ſur la côte oppoſée de l'Angleterre. A Douvres, les plus grandes marées de vives eaux ſont de 18 à 19 pieds; les marées ordinaires des ſyzygies ſont de 15 à 17 pieds, & les marées moyennes des quadratures, de 10 à 12 pieds.

Ces meſures ont été priſes par M. Richardſon, qui a été pendant plus de quarante ans Lieutenant d'un Paquet-bot à Douvres. Il ajoute, que dans ce dernier Port le flux vient de l'Eſt-Sud-Eſt, & qui eſt une preuve, dit Dom Mann, que ces marées ſont cauſées par le regonflement, le tournoyement & la rétrogadation de la côte oppoſée du continent.

A Margate, près de la Northforeland, vers la partie méridionale de l'embouchure de la Tamiſe, la quantité des marées des vives eaux ordinaires, eſt de 14 à 15 pieds.

A Yarmouth, la marée n'eſt que de 4 à 5 pieds, comme au Texel, qui eſt vis-à-vis (art. 180).

En Ecoſſe, dans la Riviere de Forth, il y a une irrégularité de marées qu'on appelle *Léaky*; pendant que le flot monte avant d'être arrivé au plus haut, il deſcend pendant une ou deux heures; après quoi il recommence à monter. De même dans le juſant, avant que d'être arrivé au plus bas, l'eau remonte d'un ou deux pieds, & redeſcend enſuite. Ce phénomene commence à Quéen's-Ferry, ſept milles au-deſſus de Leith, & s'étend juſqu'à vingt-cinq milles, en ſuivant les contours de la riviere, qui ſont conſidérables, & que M. Wright regarde comme la cauſe de ce phénomene (*Philoſ. Tranſ.* 1750, n°. 495, *Abr. Tom. X*, pag. 583).

187. Aux îles Orcades, dans le Fairay-Sound, entre les îles Fairay & Ætha, le flux dure 3 heures, & le reflux 9 heures, dans le milieu du détroit, qui a environ un mille de large (*Philoſ. Tranſ.* 1673, n°. 98).

Dans les îles qui ſont à l'Occident de l'Ecoſſe, vers Berneray, il y a une variation, ou réciprocation ſinguliere des marées, quatre jours avant & après les quadratures. Alors le flux & le reflux portent l'un & l'autre à l'Eſt pendant 12 heures, & à l'Oueſt pendant les 12 heures ſuivantes, tandis que dans les autres jours, le flot porte à l'Eſt & le juſant à l'Oueſt (*Philoſ. Tranſ.* 1665, n°. 4).

M. Murdoch Mackenzie a donné un détail des circonſtances qui s'obſervent dans les marées des îles Orcades ou Orkney, & des côtes ſeptentrionales de l'Ecoſſe, avec quelques Obſervations des hauteurs faites en 1748 (*Philoſ. Tranſ.* 1749, n°. 492, *Abr.* p. 577).

L'eau commence à monter & à deſcendre le long des rivages plutôt qu'au large.

Dans les grandes marées, l'eau reſte à ſa plus grande élévation, & à ſa plus grande dépreſſion environ une demi-heure; dans les petites marées, une heure & demie.

Le mouvement eſt accéléré pendant quatre heures, enſuite il diminue.

Les plus grandes & les plus petites marées ont lieu communément le troiſieme ou le quatrieme jour après les ſyzygies & les quadratures.

Les vents d'Oueſt & Sud-Oueſt produiſent le plus grand flot & le plus petit juſant; les vents de Nord & Nord-Eſt, font le plus petit flot & le plus haut juſant.

Lorſque le vent a fait monter le flot plus qu'à l'ordinaire; le juſant qui ſuit eſt moins bas qu'il n'auroit été. Mais quand le flot ne monte que par l'action de la lune, le juſant ſuivant monte à proportion.

Les grandes marées ſont ordinairement de 8 pieds Anglois, & les petites de $3\frac{1}{2}$ pieds; mais les premieres vont quelquefois juſqu'à 14, & les dernieres ne ſont dans certains cas que de 2 pieds.

Le niveau des baſſes eaux des petites marées, eſt environ 3 pieds au-deſſus des baſſes eaux des grandes marées. Cette différence eſt de 8 pieds à Breſt, ce qui eſt dans la même proportion.

Dans les endroits où le flot eſt interrompu par les terres ou les rochers, ou reſſerré dans un canal ou dans un bras de mer, qui va en diminuant de largeur, l'eau s'éleve davantage ; ſi le canal ou le bras de mer a des coudes & des détours, il monte moins.

Sur la côte d'Orkney & de Fair, île de Shetland, le flot vient du Nord-Oueſt. Sur les côtes Eſt & Oueſt de Lewis, une des îles Weſtern à l'Occident de l'Ecoſſe, il vient du Sud ; à une ou deux lieues de la côte, la force du flot eſt à peine ſenſible, excepté qu'elle ne ſoit contrariée par les terres ou les rochers.

Lorſque la marée commence à monter ou à deſcendre ſur le rivage, le mouvement change auſſi-tôt de direction vers le rivage, il ne change pas auſſi-tôt au large ; il faut deux heures & plus, pour qu'il change à deux ou trois milles de la terre, plus ou moins à des diſtances différentes ; en ſorte qu'un vaiſſeau peut avoir la marée favorable près de terre, tandis qu'elle ſeroit contraire un peu plus loin : nous avons déja obſervé quelque choſe de ſemblable en parlant de Dunkerque. Pendant la durée du flot, la direction change peu à peu de l'Eſt au Sud, & le juſant de l'Oueſt au Nord ; enſorte que ſi le flot, lorſqu'il commence d'être ſenſible, porte à l'Eſt, à la fin il porte au Sud, à moins que le voiſinage de la terre ne change ſa direction.

La plus grande vîteſſe du flot des grandes marées, dans les paſſes où il eſt le plus tranquille, eſt de trois lieues par heure ; celle des petites marées eſt trois ou quatre fois moindre. Les marées ſont les plus rapides vers la troiſieme ou la quatrieme heure. La vîteſſe devient ſenſible en moins d'une heure dans les grandes marées, mais il faut deux heures dans les petites marées.

Le flot aux approches d'une île ſe partage en deux, & ſe réfléchit en partie ; enſorte qu'un vaiſſeau qui eſt emporté par la marée, ne court pas riſque de toucher. Ces courans ſe rejoignent au-delà de l'île, laiſſant entre deux un eſpace où il y a un courant oppoſé ; il ſe forme dans la jonction un mouvement circulaire, avec une eſpece

d'entonnoir, qui peut faire tourner circulairement un vaiſſeau.

S'il ſe trouve un rocher près de cette jonction, il s'y forme un bouillonnement ſingulier, qui détache le ſable, les coquilles, & les fait tourner en ſpirale, tandis que ce gouffre eſt emporté par le flot ; bientôt un autre lui ſuccede ; & ainſi de ſuite, juſqu'à que la marée diminue, ou qu'elle ſurpaſſe beaucoup le rocher.

188. Si nous avançons vers le Nord, nous trouvons que la marée ſe fait ſentir juſqu'aux latitudes les plus ſeptentrionales où l'on ait pénétré.

A Archangel. Un Marchand Hollandois qui avoit ſéjourné à Archangel, (latit. $64^{o}\frac{1}{2}$), a dit à M. de l'Iſle, que le flux ſe faiſoit ſentir dans toute la Mer Blanche, & même à Archangel. La mer y monte pendant une heure entiere, elle eſt une heure en repos, & deſcend les quatre heures ſuivantes. Le flux ſe fait ſentir au-deſſus d'Archangel dans la Dwina, environ juſqu'à 10 verſts, qui font 5500 toiſes, ou juſqu'à Ouyemska ; mais pour la diſtinguer, il ne faut pas prendre le temps où la fonte des neiges groſſit la riviere.

Au Spitzberg. Dans la Mer Glaciale au Spitzberg, qui eſt le pays le plus ſeptentrional que l'on connoiſſe, la marée ſe fait ſentir ; mais on ignore encore ſi elle ſuit les loix que nous avons indiquées (art. 89).

Au promontoire d'Hackluyt, île d'Amſterdam, Havre de Vogel-Sang, vers 79° 50′ de latitude, 27° 40′ de longitude, le flot de la marée commence à une heure & demie ; la marée eſt de 4 pieds (*Voyage de Phips*, page 44 & 67).

Baye de la Magdeleine, 79° 31′ de latitude, 26° 40′ de longitude.

La marée eſt haute à une heure & demie dans les ſyzygies ; ce qui s'accorde avec l'Obſervation de Baffin en 1613 ; le flot vient du Sud ; il y a environ 3 pieds de marée (*Voyage de Phips*, pag. 30).

Iſle Moffen, 80° 5′ de latitude, 30° 10′ de longitude. Le 25 Juillet 1773, la mer étoit baſſe à 11 heures, &

& elle paroiſſoit refouler de 8 à 9 pieds (*Ibid.* p. 50).

189. La Mer Baltique eſt trop ſéparée de l'Océan, la marée n'y eſt pas ſenſible, & la hauteur des eaux n'y dépend que des vents. Dans la Mer Baltique.

A Pétersbourg, on ne remarque pas de flux ou de reflux ſenſible; le 12 Sept. 1740, la riviere étoit de 61 pouces de Londres, ou de 2 archines & 3 werchoks au-deſſus de ſon état naturel; & le 26 Octobre, 20 pouces ou 17 werchoks plus baſſe que la hauteur ordinaire, qui a lieu quand il ne fait point de vent; car c'eſt la ſeule ou la principale cauſe de ces variétés, comme je l'ai déja dit (*Manuſc. de M. de l'Iſle, porte-feuille* 64, 2.).

Il y a dans le détroit du Sund un courant ſuperficiel, qui n'a pas quatre à cinq braſſes de profondeur, & au-deſſous un courant oppoſé (*Philoſ. Tranſ.* 1684, n°. 158).

Des marées en Afrique & en Aſie.

190. Nous n'avons point de détails ſur les marées de la côte d'Afrique, ſi ce n'eſt l'établiſſement ou l'heure du Port, pour quelques endroits qu'on trouvera ci-après dans la Table.

Sur la côte d'Afrique, entre le Cap de Bonne-Eſpérance & la Mer Rouge, le cours de la marée eſt régulier; elle monte au Sud & deſcend au Nord; & dans les grandes rivieres de cette côte, ſur-tout celle de Natal à 30° de latitude au Sud, la plus grande hauteur de la marée eſt de 6 pieds (*Hiſtoire des Voyages*, Tom. XLIV, *in*-12, pag. 286).

191. A Madagascar, au Fort Dauphin, la mer ne monte pas de plus de 3 pieds; mais on y trouve tant de variations pour l'heure de la pleine mer & de la baſſe mer, que M. le Gentil n'a rien pu fixer à cet égard; il penſe que cela vient de la proximité du canal de Mozambique & de la poſition du Cap, qui dérangent les regles qui ont lieu dans les marées entre les tropi-

ques (*Voyage dans les mers de l'Inde, par M. le Gentil*, Tom. I, pag. 11).

Mais du côté du Nord de l'île, à Foulpointe, 17° 40′ de latit. & 67½ de long. elles ſont aſſujéties aux regles ordinaires, la mer y monte de 35½ à 38 pouces dans les nouvelles lunes périgées, & de 24 à 30 pouces dans les pleines lunes, qui, au mois d'Octobre 1763, concouroient avec l'apogée de la lune.

La mer eſt pleine 1ʰ 20′ après le paſſage de la lune au méridien. La plus grande marée arrive un jour & demi ou deux jours après la nouvelle lune (*Ibid.* p. 13).

Phénomene ſingulier.

192. En Asie, nous ne trouvons preſque aucun détail ſur les marées, ſi ce n'eſt un phénomene qui paroît s'éloigner des cauſes régulieres que nous avons expoſées juſqu'ici, mais qui tient à des circonſtances locales. Il s'agit des remarques faites à Batsha, Port du Royaume de Tunking ou Tonqueen, ſitué à 20° 50′ de latit. boréale, & 127½ de longit. rapportées par M. Davenport dans les *Tranſ. Philoſ.* de 1684, n°. 162; Halley avoit tâché de les expliquer par les différentes hauteurs de l'eau, qui vont de 6 à 24 pieds; mais alors la théorie de Newton n'avoit point paru. Voici donc l'explication que Newton en a donnée. « Dans ce Port il n'y a point de marée le jour qui ſuit le paſſage de la lune par l'équateur; enſuite, lorſque la lune commence à décliner vers le Nord, on s'apperçoit du flux & du reflux, non pas deux fois par jour, comme dans les autres Ports, mais une fois ſeulement chaque jour; le flux arrive lorſque la lune ſe couche, & le reflux lorſqu'elle ſe leve.

Le flux augmente dans ce Port avec la déclinaiſon de la lune juſqu'au ſeptieme ou huitieme jour; enſuite il diminue par les mêmes degrés, pendant ſept autres jours; & lorſqu'enſuite la lune paſſe dans les ſignes oppoſés, il ceſſe entiérement, & ſe change enfin en reflux. Le flux arrive alors au coucher de la lune, & le flux à ſon lever juſqu'à ce que la lune revienne dans les premiers ſignes.

On arrive à ce Port par deux détroits, l'un qui eſt dans la mer de la Chine, entre le continent & l'île de Laconie; l'autre dans la mer des Indes, entre le continent & l'île de Borneo. De ſavoir ſi ces marées, en paſſant par ces détroits, & venant de la mer des Indes dans l'eſpace de 12 heures, & de la mer de la Chine dans l'eſpace de 6 heures; & en arrivant ainſi à la troiſieme & à la neuvieme heure lunaire, compoſent ſeules ces ſortes de mouvemens; ou s'il ne s'y mêle point d'autres cauſes propres à ces mers, c'eſt ce que je laiſſe à déterminer, par les Obſervations qu'on pourra faire ſur les côtes voiſines ».

Il ſe peut faire, ajoute-t-il, que le flux ſe propage de l'Océan par pluſieurs détroits juſqu'au même Port, & qu'il paſſe plus vîte par quelques-uns de ces détroits que par les autres : d'où il arrive que le même flux, étant diviſé en deux ou pluſieurs flux qui arrivent ſucceſſivement, il peut compoſer de nouveaux mouvemens de différens genres. Suppoſons deux flux égaux qui arrivent de deux endroits différens dans le même Port, & dont l'un précéde l'autre de 6 heures, & tombe dans la troiſieme heure, après le paſſage de la lune par le méridien de ce Port; ſi la lune, lorſqu'elle arrive à ce méridien, étoit dans l'équateur, il y auroit toutes les ſix heures des flux qui ſeroient contrebalancés par des reflux égaux, & l'eau ſeroit ſtagnante pendant tout le jour; mais ſi la lune déclinoit alors, les marées ſeroient tour à tour plus grandes & moindres dans l'Océan, & elles ſe propageroient de l'Océan dans ce Port deux à deux; ainſi il arriveroit deux marées fortes & deux marées foibles tour à tour. Les deux marées fortes feroient que l'eau acquerroit ſa plus grande hauteur dans le milieu, entre l'une & l'autre, la marée forte & la marée foible feroient que l'eau acquerroit ſa hauteur moyenne entre ces deux marées, & entre les deux marées foibles, l'eau monteroit à ſa moindre hauteur. Dans ce cas, la plus grande hauteur de l'eau, ſi la lune décline vers le pôle élevé, tombera à la ſixieme, ou à la treizieme heure après le

paſſage de la lune au méridien, & elle ſe changera en reflux lorſque la déclinaiſon de la lune changera. (*Voyez Newton, Liv. III*, prop. 24, pag. 55 de l'édition Françoiſe de 1756, & pag. 130 de l'édition des PP. Jaquier & le Seur; Varenius; l'Encyclopédie, & M. Euler, qui explique ce phénomene d'une maniere différente à la fin de la piece, intitulée *Inquiſitio phyſica in cauſam fluxûs*, & que nous avons déja citée, Prix de 1740).

Dans une mer, dont l'étendue ſeroit du Nord au Sud, & qui n'en auroit preſque aucune en longitude, M. Euler (pag. 373), fait voir, que ſi le ſinus de la latitude auſtrale d'une extrêmité, eſt double du ſinus de la latitude boréale de l'autre, il n'y aura point de marée dans celle-ci, quand la lune ſera dans l'équateur, & qu'il n'y en aura qu'une au paſſage par le méridien lorſque la lune déclinera. Or, la mer qui eſt près du Tunquin, vers 21° de latitude boréale, s'étend vers le midi juſqu'à 45°, dont le ſinus eſt environ double; c'eſt delà que M. Euler tire l'explication du phénomene de Batsha : quant au retard de ſix heures, il l'attribue à l'inertie & au frotement.

193. Le Capitaine Byron, étant entre Sumatra & Banca, latitude 4° Sud, longitude 124°, le 17 Novembre 1765, obſerva que le matin le courant où la marée portoit au Sud-Eſt avec une vîteſſe, qu'il eſtima de trois nœuds. Dans la nuit la direction de marée changea, & reverſa avec la même force dans le Nord-Oueſt; ainſi la marée en cet endroit monte ou deſcend 12 heures de ſuite (*Voyage de M. Byron*, pag. 172 *in*-4°).

Le Capitaine Carteret obſerva auſſi à Bonthain, $5^{o}\frac{1}{2}$ latitude Sud, $135^{o}\frac{1}{2}$ longitude, qu'ordinairement la marée ne montoit & ne baiſſoit qu'une fois dans 24 heures; il eſt rare qu'il y ait 6 pieds de différence de l'une à l'autre (pag. 144).

Dans le détroit de Malacca, la marée monte à l'Eſt & deſcend à l'Oueſt, la hauteur eſt d'environ ſix pieds dans les plus grandes marées (*Hiſtoire des Voyages*, tom. XLIV, p. 285).

194. Dampier, revenant de la mer du Sud au mois de Mai 1700, ſe trouva vers l'île de Timor, entre Pentare & Laubana. Dans ces mers, dit-il, on trouve ordinairement près du rivage, une marée qui porte au Nord ou au Sud, ſuivant la ſituation de la côte; mais celle qui tourne au Nord, ne monte pas plus de trois heures en douze, & n'a que peu de force; elle ne ſert même quelquefois qu'à ralentir le courant oppoſé, qui monte avec beaucoup de violence, ſur-tout dans les paſſages étroits, tels qu'ils ſont entre deux îles (*Hiſtoire des Voyages*, Tom. XLII, pag. 128).

Nous ſuivrons les îles de la mer du Sud, au retour de l'Amérique.

Des marées en divers endroits des côtes orientales de l'Amérique.

195. On trouvera dans la Table de l'établiſſement, ou de l'heure des marées, un grand nombre de points pour l'Amérique ſeptentrionale, mais ſur leſquels nous n'avons pu nous procurer les détails que nous aurions voulu placer ici.

Marées au Canada.

Au Canada, dans le golfe Saint-Laurent, à huit ou dix lieues au large, le P. de Charlevoix nous apprend que les marées ſont différentes, ſuivant la diverſe poſition des terres, ou la variété des ſaiſons. En quelques endroits elles ſuivent les vents; en d'autres, elles vont contre le vent. A l'embouchure du fleuve, en certains mois de l'année, les courans portent toujours en pleine mer; en d'autres, toujours à terre. Enfin, dans le fleuve même, juſques vers les ſept Iles, (qui ſont cent lieues au-deſſous de Québec); c'eſt-à-dire, pendant ſoixante lieues, il n'y a point de flux du côté du Sud, ni de reflux du côté du Nord. On juge qu'il ſe fait ſous l'eau des mouvemens qui cauſent ces irrégularités, ou qu'il y a des courans qui vont & viennent de la ſurface au fond, & du fond à la ſurface, à la maniere des pompes.

Au Cap Tourmente, qui eſt à ſix lieues au-deſſous de

Québec, & à cent dix lieues de la mer, les marées montent réguliérement pendant cinq heures, & baiſſent pendant 7. A Tadouſſac, 40 lieues au-deſſous de Québec, elles montent & deſcendent pendant 6 heures; & plus on monte le fleuve, plus le flux diminue & le reflux augmente. Vingt lieues au-deſſus du Québec, le flux eſt de trois heures, & le reflux de neuf. Au-delà, il n'y a plus de marée ſenſible. Quand la marée eſt à demi-flot dans le Port de Tadouſſac, ou à l'entrée du Saguenay, elle commence à monter près de Chécoutimi, qui eſt ſur le Saguenay, vingt-cinq lieues au-deſſus de ſon embouchure; & cependant l'eau ſe trouve enſuite être haute dans le même temps aux trois endroits. Ces effets viennent, dit-on, de ce que la rapidité du Saguenay, plus grande encore que celle du fleuve Saint-Laurent, refoule la marée, & fait pendant quelque temps l'équilibre de Chécoutimi, à l'entrée de la riviere dans le fleuve. Cette rapidité du Saguenay eſt fort augmentée depuis le tremblement de terre de 1633, qui rétrécit le lit du fleuve, en y renverſant une montagne (*Journal du P. Charlevoix*, p. 68').

A la Guadeloupe,

196. A LA GUADELOUPE 16° de latitude boréale, les marées ont été obſervées par M. Barboteau, Conſeiller au Conſeil Supérieur de la Guadeloupe dans l'anſe appellée *fer-à-cheval*, près du Bourg du Port Louis, ſitué à l'Eſt de l'île-Grande-Terre-Guadeloupe. Il n'a point marqué les heures des marées.

	pouc.	lig.
Le 5 Octobre 1774, la lune étoit nouvelle, ciel ſerein, vent Eſt. Marée.	9	6
6 Même temps, même hauteur.		
7 Beaucoup de nuages, vent de Sud-Eſt, pluie	11	4
8 Vent variable, pluie, la mer étoit plus haute de 18 pouces au Port Louis qu'elle ne l'eſt dans les temps des plus baſſes eaux. Mais le premier Novembre 1755, jour du tremblement de terre de Liſ-		

bonne vers midi, l'air & la mer étant calmes, les eaux du petit canal s'étoient élevées de 10 à 12 pieds, elles s'étoient retirées par deux fois, & amoncelées au large, d'où elles revinrent avec furie s'abattre contre le Morne.

Ce tremblement de terre produisit le même phénomene à la Martinique au quartier de la Trinité. On verra d'autres effets des tremblemens de terre à l'article 240.

		pouc.	lig.
9	Octobre 1774, vent d'Est, tonnerre, pluie.	13	7
10	Vent au Sud-Sud-Est, ensuite au Sud-Sud-Oueſt, éclairs de tous côtés. . .	17	3
11	Vents variables, tonnerre, raz de marée à la pointe d'Antigues. La mer, toute la journée, se tient élevée au Port Louis de 3 pieds, ou $3\frac{1}{2}$, plus qu'à l'ordinaire.		
12	Premier quartier. Vents variables; le raz de marée continue à la pointe d'Antigues, & s'étend tout le long de la côte du Port Louis. L'élévation de la mer au-dessus de son lit ordinaire est de 4 pieds & plus.		
13	Vents variables, le raz de marée augmente; élévation de la mer, 4 pieds 9 pouces.		

Les raz de marée sont plus fréquens aux mois de Mars & de Novembre; ils ont souvent lieu, même par le plus beau temps, & un calme parfait, ou, quoique les vents & les courans leur soient contraires; quelquefois la mer grossit, & s'agite par un temps calme, & le vent se déclare quelques heures après, venant du côté où les vagues se portoient auparavant.

		pouc.	lig.
17	Vent d'Eſt, le raz de marée ceſſe entiérement.	12	4
18	Vent d'Eſt.	11	9
19	Vent d'Eſt.	11	10
20	Vent d'Eſt bien foible.	12	3
21	Même vent.	11	7
22	Vent d'Eſt modéré.	10	2
23	Vent d'Eſt violent, pluie, tonnerre. .	9	6
24	Vent d'Eſt léger, beau temps. . . .	9	2
25	Vent d'Eſt impétueux, grande pluie. .	8	3
26	Vent d'Eſt léger, beau temps. . . .	7	6
27	D. Q. Vent d'Eſt léger, beau temps. .	7	0
28	Vent d'Eſt léger, beau temps. . . .	17	9
29	Vent d'Eſt impétueux.	18	9
30	Vent d'Eſt modéré.	15	0
31	Vent d'Eſt fort.	7	6
1	Nov. vent d'Eſt modéré, très-beau temps.	8	2
2	Vent d'Eſt modéré, un peu de pluie. .	9	0
3	Petit vent d'Eſt-Sud-Eſt, chal. tonnerre.	9	4
4	Petit vent de Sud Sud-Eſt, grande chaleur.	10	0
5	Vent d'Eſt, raz de marée; la mer s'éleve de 2 pieds 5 pouces au-deſſus de ſon lit ordinaire.		

197. M. Barboteau dit que les marées ordinaires des conjonctions & des oppoſitions vont tout au plus à 18 pouces à la Guadeloupe, & celles des quadratures, à 6 pouces environ.

Il a obſervé, que lorſque les vents du Nord ſoufflent avec violence, ils occaſionnent une marée plus forte & plus durable.

La mer s'enfle vers le lever de la lune, & ſon coucher; elle baiſſe quand la lune eſt au méridien, ſoit au Nord, ſoit au Midi; ainſi l'établiſſement du Port eſt d'environ 6 heures.

Les plus grandes marées arrivent dans les temps des équinoxes, ou quelques jours avant ou après, & elles vont

vont à plus de 18 pouces, quelquefois jusqu'à 3 pieds.

Les marées des quadratures sont plus courtes d'environ une heure que celles des syzygies.

Depuis l'équinoxe de Septembre jusqu'à celui de Mars, la marée du matin s'éleve un ou deux pouces plus que celle du soir ; c'est le contraire dans les six autres mois.

La brise du large, ou brise de mer, commence entre 8 & 9 heures du matin, & finit entre 4 & 5 heures du soir ; elle peut influer sur la marée, suivant les heures où elle arrive.

198. A LA MARTINIQUE, latitude $14^{o}\frac{1}{2}$, longitude $316^{o}\frac{1}{2}$, M. Poumier, Arpenteur Royal, observe que si les marées ne montent guere à plus de deux pieds & demi, c'est qu'elles sont contrariées & diminuées par un vaste courant, qu'on appelle à Saint-Domingue & à la Jamaïque, le courant de la Martinique. Il vient de l'Amérique méridionale, & de tous les grands fleuves qui coulent du Midi au Nord. Le courant de l'Amazone, portant au Cap d'Orange, se déploie vers l'Oueſt, s'accroît par ceux des autres rivieres ; prend sa direction le long du continent & sur les îles du vent, principalement entre la Dominique, la Martinique, Sainte-Lucie & Saint-Vincent ; ce courant se répand entre les îles du vent & les îles sous le vent, le long de la terre-ferme, jusqu'à l'entrée du golfe du Mexique ; là il refoule celui de Mississipi, entre la Havane & le Cap de la Floride, & cause le danger du redoutable canal de Bahama, entre la côte orientale de la Floride & les îles Lucayes. A la Martinique.

199. Il n'y auroit qu'une assez courte ttaversée de la Martinique à Cayenne, mais il est presque impossible de refouler ce courant ; on est obligé d'aller chercher le débouquement, comme pour aller en Europe & s'élever au Midi, du côté de l'équateur, pour joindre le Cap d'Orange & descendre à Cayenne.

Les Navigateurs disent quelquefois, que pour revenir de Cayenne, ou seulement de la Barbade à la Martinique, il faut faire le Nord ; mais, c'est parce qu'ayant le Cap

au Nord, la dérive de ce courant les porte à la Martinique.

Delà vient que les vents d'Oueſt, de Sud & de Sud-Oueſt, qui contrarient ce courant ſans qu'ils ſoient bien violens, augmentent les marées, bouleverſent la mer au bout de quelques heures, & cauſent des naufrages ſur les côtes de nos îles, qui ne ſeroient pas praticables ſi ces vents étoient fréquens; mais ils n'arrivent guere que pendant les hivernages.

M. de Hauterive écrivoit en 1724, qu'à la Martinique, les intervalles des deux marées d'un même jour vers les équinoxes n'étoient point égaux; la mer emploie trois fois autant de temps à baiſſer qu'à monter; par exemple, elle baiſſe depuis midi juſqu'à 9 heures du ſoir, & monte juſqu'à minuit, elle baiſſe juſqu'à 9 heures du matin & monte juſqu'à midi. (*Hiſt. de l'Ac.* 1724, pag. 17). M. de Chanvalon dit, qu'on a lieu de croire que ce rapport n'eſt pas tout-à-fait exact (*Voyage à la Martinique* 1763, p. 135, n°. 24); mais celui-ci n'a point eu occaſion d'obſerver les marées.

A Carthagene.

200. Les marées, en ſe propageant vers le golfe du Mexique, au travers d'une multitude de grandes îles & de petits détroits, éprouvent de grandes altérations. On s'en apperçoit long temps avant d'être arrivé au golfe du Mexique, proprement dit, qui ne commence qu'à l'île de Cuba.

Dans la baye de Carthagene, longitude 302°, latitude 10° N. les marées ſont peu régulieres; ce qui vient ſans doute du frottement conſidérable le long des côtes dans une mer qui n'eſt pas large. Dom d'Ulloa donne à peu-près la même idée des marées de toute la côte: après avoir mis ordinairement un jour à monter, les eaux baiſſent dans l'eſpace de 4 ou 5 heures. Le plus grand changement qu'on obſerve dans leur hauteur eſt de deux pieds & demi. Quelquefois même il eſt ſi peu ſenſible, qu'il ne ſe fait appercevoir que par les flots qui s'élevent; & c'eſt alors qu'il eſt dangereux d'échouer, malgré la

tranquillité de l'air & de l'eau, parce que le fond étant de vaſe, un bâtiment qui s'y aſſable ne peut ſe remettre à flot ſans être allégé (*Hiſtoire des Voyages*, Tom. L, pag. 204).

Dans la baie de Campeche, au Midi du golfe du Mexique, la mer qui reflue dans toutes les lagunes, en ſort avec tant de rapidité, que les Eſpagnols ont donné à la grande lagune de Triſt, le nom de *Laguna termina*, ou de *los Terminos*, c'eſt-à-dire, Lac des marées; longitude 285° 40′, latitude 17° 30′, N. Cependant l'élévation de l'eau n'y a point de proportion avec ſa rapidité, & le flux n'y eſt ordinairement que de 6 à 7 pieds.

A la Vera-Crux.

201. A la Vera-Crux, qui eſt au fond du golfe du Mexique, longitude 281°, latitude 18°¼ N. les plus grandes marées dans les ſyzygies, ſont de 2½ pieds, & les moindres d'un pied de la vare Caſtillane; ordinairement elles n'ont qu'une marche complette dans les 24 heures; car lorſqu'il eſt pleine mer, on ne connoît aucune différence dans la hauteur pendant 4 ou 5 heures; c'eſt la même choſe en baſſe mer; cela vient principalement des vents qui ſoufflent du dehors, & qui ne gardent aucun ordre réglé, relatif aux heures. Cette remarque ſe trouve à la ſuite des *Obſervations de l'Eclipſe du Soleil* de 1778, par D. A. de Ulloa, imprimées d'abord en Eſpagnol, & traduites par M. Darquier. Toulouſe 1780, page 61.

202. En revenant le long de côtes de l'Amérique méridionale, on paſſe à l'embouchure de la riviere des Amazones dont nous avons parlé (art. 153), la marée y arrive à 6 heures, l'eau y monte à près de 30 pieds, ſuivant Orellane.

A la Riviere des Amazones.

Entre Macapa & le Cap de Nord, dans l'endroit où le grand canal du fleuve ſe trouve le plus reſſerré par les îles, & ſur-tout vis-à-vis de la grande bouche de l'Arawary, qui entre dans l'Amazone du côté du Nord, le flux de la mer offre un phénomene ſingulier, que raconte M. de la Condamine, lequel fut obligé de ſéjourner à 15 lieues delà, à cauſe de la terreur de ſes Indiens: pendant les trois jours les plus voiſins des pleines

lunes & des nouvelles lunes, temps des plus hautes marées, la mer, au lieu d'employer près de six heures à monter, parvient en une ou deux minutes à sa plus grande hauteur. On juge bien que cela ne peut se passer tranquillement; on entend d'une ou deux lieues de distance un bruit effrayant, qui annonce la Pororoca, c'est le nom que les Indiens de ce canton donnent à ce terrible flot, qu'on appelle Barre à Cayenne. A mesure qu'elle approche, le bruit augmente, & bientôt l'on voit un promontoire d'eau de 12 à 15 pieds de haut, puis un autre, ensuite un troisieme, & quelquelquefois un quatrieme; ils se suivent de près, & ils occupent toute la largeur du canal; cette lame avance avec une rapidité prodigieuse, rase ou brise dans son cours tout ce qui lui résiste. M. de la Condamine vit en quelques endroits, des terreins emportés par la Pororoca, de très-gros arbres déracinés, & des ravages de toute espece: par-tout où elle passe, le rivage est net, comme s'il eut été balayé; les canots, les pirogues, les barques même n'ont point d'autre moyen pour se garantir de la fureur de cette barre, que de mouiller dans un endroit où il y ait beaucoup de fond.

Après avoir examiné avec attention ce phénomene en divers endroits, M. de la Condamine remarqua qu'il n'arrivoit que lorsque le flot montant, & engagé dans un canal étroit, rencontroit en son chemin un banc de sable, ou un haut fond qui lui faisoit obstacle; que c'étoit là que commençoit ce mouvement impétueux & irrégulier des eaux, & qu'il cessoit un peu au-delà du banc, quand le canal redevenoit profond, ou s'élargissoit considérablement. On dit qu'il arrive quelque chose d'assez semblable aux Isles Orcades, au Nord de l'Ecosse & à l'entrée de la Garonne aux environs de Bordeaux, où l'on appelle cet effet des marées, le *Mascaret* (*Relation abrégée d'un voyage fait en* 1743, *dans l'intérieur de l'Amérique méridionale, en descendant la riviere des Amazones*, Paris, 1745, pag. 193 & suiv.).

203. Au Para, qui est un peu au midi de l'embou-

chure du Maragnon, à 1° de latitude Sud, & 328° de longitude, la plus grande hauteur des marées, mésurée par M. de la Condamine, est d'environ 10½ pieds.

204. A Rio de la Plata, 36° de latitude Sud, 320° de longitude, les marées ne sont pas régulieres; elles augmentent beaucoup par le vent de Sud, & diminuent par le Nord-Oueſt.

Dans le premier voyage de M. de Bougainville, aux îles Malouines en 1763, on trouve peu d'Obſervations des marées; il dit ſeulement que les marées portent au Sud à 3° de latitude Sud, & 350° de longitude, & qu'elles reverſent vers le Nord à 45° de latitude Sud, & 323 de longitude (*Journal hiſtorique d'un voyage aux îles Malouines*, en 1763 & 1764, par D. Pernety, Berlin, 1769, pag. 115 & 420).

205. Au Port Déſiré, 48° de latitude Sud, 314° de longitude, l'eau montoit de 4½ braſſes ou fathoms, qui font 27 pieds Anglois, le 24 Novembre 1764; elle étoit baſſe à 5 ou 6 heures, le 5 Décembre. La marée eſt telle en cet endroit, qu'il n'y en a peut-être pas de ſemblable. Elle montoit ſi rapidement, qu'un Matelot très-bon nageur, étant tombé du bord, le courant le porta preſque hors de vue avant qu'on put aller à ſon ſecours; quoique tous les canots fuſſent dehors; on le ſauva cependant; la mer n'y eſt pas étale plus de 10 minutes de ſuite. (*Voyage autour du monde, par le Capitaine Byron*, pag. 22 & 28, *in*-4°. *).

---

* Les Voyages autour du monde, faits depuis 1765 juſqu'en 1774, par Byron, Wallis, Carteret, & Cook, traduits en François, forment une Collection de neuf volumes *in*-4°, qui ſe trouve à Paris, chez Mérigot le jeune. Il y a auſſi une édition *in*-8°; j'en ai déja parlé, art. 45. Je citerai ſouvent ces voyages, ainſi que celui de M. Bougainville, fait en 1768, deux vol. *in*-8°; le voyage en Amérique de M. de Fleurieu ſur l'Iſis, fait en 1768, ſous le miniſtere de M. le Duc de Pralin, deux vol. *in*-4°; celui de M. de Verdun, fait en 1701 ſur la Flore, ſous le miniſtere de M. de Boynes, deux vol. *in*-4°; le voyage au Nord fait en 1773, par le Capitaine Phips, *in*-4°; le voyage aux Indes de M. le Gentil, deux vol. *in*-4°. J'ai réduit toutes les longitudes à celles qui ſeroient comptées du méridien de l'île de Fer, 20° à l'Oueſt de Paris.

Au détroit de Magellan.

206. Dans le détroit de Magellan, à la partie orientale du côté du Cap des Vierges, le flot commence vers les dix heures dans les syzygies, suivant le Capitaine Byron (pag. 45); mais à la sortie du premier goulet, qui est à 20 lieues du Cap des Vierges, ou de l'entrée du détroit, le flot commence à 2 heures (pag. 55).

Le détroit de Magellan offre une singularité, dont M. de Bougainville fut étonné. Lorsqu'il mouilla le 8 Décembre 1767 à 3 heures, dans la Baie Boucault, à 24 lieues du Cap des Vierges, le flot portoit à l'Est, & commençoit à lui être contraire; c'est une remarque qu'il fit plusieurs fois dans ce voyage, & qui l'avoit déja frappé dans son voyage de 1764. On lit en effet, dans le Journal que j'ai cité, que quand il y a flux dans le détroit de Magellan, la mer sort du côté du Nord, & quand il y a ébe, elle entre, & porte au Sud (*D. Pernetty*, pag. 658). Dans le reste de la soirée du 8 Décembre 1767, qu'on passa à terre, on remarqua que la marée montoit; mais à $9^{h}\frac{1}{2}$ du soir, le jusant reversa dans l'Oueſt, & l'on trouvoit 3 brasses de moins en sondant.

Le 13 Déc. lorsque M. de Bougainville mouilla dans la Baie du Clos, 18 lieues plus loin, la mer monta d'un pied pendant qu'il fut à terre; & le courant alors venoit de la mer orientale, comme cela doit être naturellement, au contraire de ce qu'on avoit observé depuis le Cap des Vierges, ou depuis l'entrée du détroit, puisque l'on avoit vu jusques-là les eaux augmenter lorsque le courant sortoit du détroit. Mais M. de Bougainville juge d'après diverses Observations, que lorsqu'on a passé les goulets, les marées cessent d'être réglées dans toute la partie du détroit, qui court Nord & Sud; la quantité de canaux dont y est coupée la Terre de Feu, paroît devoir produire dans le mouvement des eaux, une grande irrégularité (*Voyage autour du monde, par la Frégate du Roi la Boudeuse, & la flute l'Etoile* en 1766—69, seconde édition 1772, Tom. I, pag. 248, 260).

Il me semble que la direction du détroit, qui change deux fois à angles droits, peut faire que les eaux accu-

mulées dans la partie la plus large, retombent vers l'Eſt; & trouvant un paſſage trop étroit, s'élevent dans la Baie Boucault, en revenant, même après que la cauſe qui doit les élever a ceſſé. Mais n'ayant pas des Obſervations ſuivies de différens endroits du détroit de Magellan, il ne m'eſt pas poſſible d'établir une explication ſatisfaiſante du phénomene que je viens ſeulement d'indiquer. Celles que je vais rapporter, d'après les Voyageurs Anglois, annoncent des variations locales, qui tiennent ſans doute aux irrégularités du détroit.

En effet, les Hollandois conduits par Olivier de Noort en 1599, ne pouvant ſortir du détroit pour entrer dans la mer du Sud, mouillerent vers la côte ſeptentrionale; ils y paſſerent deux jours à faire des Obſervations ſur les marées, qui leur parurent fort variables. Le temps du flot & de l'ébe y eſt également incertain. Quelquefois l'eau continuoit pendant l'eſpace de douze heures, à monter ou à deſcendre; quelquefois une heure ſeulement, ou deux, ou trois. Enſuite c'étoit tout le contraire; & dans ces mouvemens inégaux, il ſe formoit des raz de marée fort dangereux (*Hiſtoire des Voyages*, Tom. XXXVIII *in*-12, pag. 428).

207. Le Capitaine Byron (pag. 45), trouvoit qu'en partant du Cap de Poſſeſſion, qui eſt vers l'entrée du détroit à l'Eſt, ou dans la mer Atlantique, le flot portoit au Sud juſqu'au premier goulet; mais auſſi-tôt qu'on fut entré dans le goulet, il porta avec force ſur la rive ſeptentrionale. Entre le premier & le ſecond goulet, qui n'en eſt éloigné que de 7 à 8 lieues, le flot porte au Sud-Oueſt, & le juſant au Nord-Eſt. Entre les îles Sainte-Elizabeth & Saint-Barthelemi, qui ſont à 35 lieues du Cap des Vierges, le flot court impétueuſement au Sud; mais autour des îles, on voit varier la direction de la marée. La marée y commence vers les onze heures, & monte d'environ 15 pieds (pag. 46). A la Baie d'eau douce, 12 lieues plus bas, il commence vers midi; à la Baie Elizabeth, 30 lieues plus loin, le flot porte très-fortement à l'Eſt, & il commence à midi (pag. 86),

vers la pointe ſeptentrionale du canal Saint-Jérôme; 10 lieues plus loin, le flot commence à une heure (p. 88). Vers le midi du canal, les marées ſont extrêmement fortes, mais irrégulieres. Un peu plus loin, l'ébe reverſe à l'Oueſt (pag. 93).

208. Le Capitaine Wallis, étant dans le détroit de Magellan le 23 Décembre 1766, à 52° ½ de latitude Sud, & 307° ¼ de longitude, trouva la pleine mer à 4^h du matin, & ſa hauteur de 24 pieds, ou 22 pieds de France, (pag. 25, 63); delà il ſuit que l'établiſſement eſt vers onze heures, comme le dit M. Pingré. Il ajoute que la marée eſt de 21 pieds; d'autres diſent que l'établiſſement eſt de 6^h ½, & que les marées vont juſqu'à 36 pieds.

Dans la Baie du Cap Holland, 53° 57′ de latitude, 310° de longitude, il n'y avoit point de marée réguliere, mais un fort courant portant à l'Eſt; l'eau montoit d'environ 8 pieds (Wallis, pag. 65).

Dans la Baie du Cap Galland, l'eau montoit de 9 pieds, mais la marée étoit fort irréguliere; latitude 53°, 50′, longitude 304°, 26′ (pag. 66).

De même dans la rade d'Yorck.

Dans la Baie de Butler, 53° 37′ de latitude, 303° 26′ de longitude, l'eau montoit de 4 pieds, mais le courant portoit toujours à l'Eſt.

De même dans celle de Goodluck (pag. 69).

Dans le Havre du Swallow, 53° 29′ de latitude, & 303° de longitude, il y a 4 à 5 pieds de marée.

Dans la Baie Upright, 53° 8′ de latitude, & 302 de longitude, l'eau monte de 5 pieds, mais la marée eſt très-irréguliere (pag. 70).

Vers les îles Royales & le Cap Galand, 53° 50′ de latitude, le courant portoit à l'Eſt pendant les 24 heures entieres (pag. 35); mais vers le canal Saint-Jérôme, il portoit quelquefois à l'Oueſt 6 heures de ſuite, quoique rarement (pag. 40.).

Sur la côte méridionale, vers la Baie de Butler & la Baie de Rider, au midi du Cap Quade, elle portoit à l'Oueſt avec rapidité. Quoique ce Capitaine ait paſſé près de

de 4 mois dans le détroit, il ne donne aucun détail sur lequel on puisse discuter les mouvemens de la marée; mais il fut presque toujours très-occupé des dangers que couroient ses deux vaisseaux.

209. Près du Cap Horn, le 30 Décembre 1774, à deux heures le courant reviroit, & portoit au Sud, c'étoit marée tombante sur la côte (*Second voyage de Cook*, tom. IV, pag. 50). Dans son premier voyage en 1769, il avoit jugé que le flot venoit du Nord. Au Cap Horn.

Le long de la côte méridionale de la terre des Etats, il y a un courant rapide vers le Nord-Oueſt, mais il est plus fort au temps du flot; sa force diminue beaucoup dans le reflux (pag. 68).

210. Détroit de le Maire, 54° ½ de latitude Sud, 312 de longitude, la marée y porte vers une ou deux heures.

Dans la Baie de bon succès, qui est vers le milieu du détroit, à 2½ lieues de chaque extrêmité, la marée monte vers les 4 ou 5 heures, & s'éleve de 5 à 6 pieds; mais le flot dure 2 ou 3 heures plus long-temps dans le détroit que dans la Baie; & le jusant, où le courant qui porte au Nord, descend avec une force presque double de la marée montante (*Cook, voyage de* 1769, tom. II, pag. 294).

211. Terre de feu, détroit de Noël, Christmas Sound, latitude 55° 22′ Sud, longitude 307° 38′, M. Wales observa les marées depuis le 22 Décembre 1774 jusqu'au 27; il trouva que la pleine mer arrivoit 2^{h} ½ après le passage de la lune au méridien, & que l'élévation moyenne étoit de 2 pieds 7 pouces; elle alla jusqu'à 3 pieds 3 pouces le 24, elle ne fut que de 20 pouces le 22 (*The original astronomical Observations, made in the course of a voyage Towards the south pole, &c. by Wales & Bayly* 1777 *in*-4°, pag. 119).

Des marées dans la mer du Sud.

212. Après avoir doublé le Cap de Horn & la terre de Feu, ou passé le détroit de Magellan, on trouve dans la mer du Sud des marées régulieres, suivant le témoignage du P. Feuillée.

Cependant M. Frezier (pag. 124), en partant de Coquimbo, sur la côte du Chili, longitude 306° 24′, latitude 29° 55′ méridionale, dit que les marées n'y sont pas connues pour régulieres. Je n'en pense pas de même, dit-il, pour le dedans de la Baie; j'ai cru remarquer, que le retardement n'étoit pas celui du passage de la lune au méridien, mais peut-être d'un tiers ou d'un quart d'heure. Le P. Feuillée, en relevant cette faute, dit, qu'il a observé les marées en 1710 dans la Baie de Coquimbo, avec une horloge réglée tous les jours, par des hauteurs correspondantes du soleil, & qu'il a remarqué que les marées dans la mer du Sud, suivent les mêmes loix que dans la mer du Nord (*Journal des Observations, &c.* Paris 1725, Préf. pag. xvj).

Au mois de Mai 1710, la marée monta de 5 pieds 8 pouces, la lune étant dans son premier quartier, temps où les marées sont les plus petites (*Feuillée*, p. 578).

Callao, ou Port de Lima, latitude 12° Sud, l'établissement est de 6^h 30′ suivant les Tables, la différence des marées est de deux brasses, ou dix pieds.

Mais suivant d'autres Mémoires, qui m'ont été adressés par M. de Langara, il n'y a pas plus de deux pieds, & sans régularité.

On dit, que dans la riviere des Emeraudes, à l'embouchure, la mer monte de 16 pieds; à l'île Gorgone, sur la côte du Pérou, de 14 pieds; aux îles de Lobos, de 3 pieds, & à l'île de Jean-Fernandez, 7 pieds.

Guayaquil, latitude 2° Sud, longitude 298°, dans le golfe, à la pointe Sainte-Hélene, l'établissement est 6^h 0′, les petites marées sont de 40 pouces, les grandes marées de 10 pieds 10 pouces, ou une brasse & demie de plus

que les petites marées. Dans le Port même, qui eſt éloigné de l'embouchure de la riviere, l'établiſſement, ou l'heure de la marée dans les nouvelles lunes eſt 6^h 30′.

Il y a deux vares, ou cinq pieds & demi de différence entre les grandes & les petites marées; & celles-ci ſont d'une vare ou de 33 pouces, ſuivant ce que m'a aſſuré M. Godin des Odonnais; mais M. Pingré dit, que la mer monte de 16 pieds, & que l'établiſſement eſt de 10 heures.

213. On trouve dans l'Hiſtoire générale des Voyages, un coup-d'œil général ſur les marées de cette côte, en commençant à la partie ſeptentrionale, mais on ne cite point les ſources où l'on a pris cette notice; ainſi je me contenterai de la rapporter telle qu'on la trouve dans cette collection.

Dans la Baie de Panama, la marée eſt plus réguliere que dans tout autre endroit des côtes du Pérou & du Mexique. Elle monte à l'Eſt, & deſcend à l'Oueſt d'environ 5 pieds, comme ſur tout le reſte de cette côte. Nous parlerons bientôt plus en détail de la Baie de Panama (art. 214).

A Rialejo, la marée eſt de huit ou dix pieds, & de même aux environs dAmapalla, où elle monte à l'Eſt & deſcend à l'Oueſt. De même dans le golfe Dolce, & la riviere de Nicoya, 11° de latitude Nord, où elle monte juſqu'à dix ou onze. Elle eſt moins haute ſur la côte du Pérou, particuliérement entre le Cap Saint-François & la riviere de Guyaquil, 2° de latitude Sud, où elle monte au Sud & deſcend au Nord. Autour de l'île de Plata, elle eſt de trois ou quatre pieds; mais depuis le Cap blanc, qui eſt au troiſieme degré, juſqu'au trentieme de latitude méridionale, elle n'eſt que d'un pied & demi ou deux pieds. La mer monte au Sud & deſcend au Nord ſur toute cette côte (*Hiſtoire des Voyages*, tom. XLIV, pag. 288, tom. XLVIII, pag. 199).

On a vu ci-devant, que d'autres font les marées plus grandes; il me paroît plus probable que la marée ne ſoit que de deux pieds ſur la côte du Pérou, quand on conſi-

dere qu'elle n'eſt pas plus conſidérable dans le milieu de cette grande mer, & que la force luniſolaire entraînant les eaux vers le couchant, les écarte néceſſairement de la côte du Pérou. On eſt étonné que la marée y porte vers le Sud ; mais ſi l'on jette les yeux ſur la carte de l'Amérique, on voit que la mer, étant beaucoup plus libre & plus ouverte du côté du Sud ; & la côte de l'Amérique ſeptentrionale faiſant un obſtacle aux eaux dans leur montée, elles coulent vers le côté oppoſé, en même-temps qu'elles s'élevent vers la lune.

214. Nous avons dit qu'à Panama les marées ſont régulieres, tout le monde en convient, mais on n'eſt point d'accord ſur la quantité ni ſur l'heure. Suivant les uns, l'établiſſement eſt 5^h o′, la hauteur dans les eaux mortes une vare & demie, ou 50 pouces de France, dans les eaux vives une braſſe & demie, ou $7\frac{1}{2}$ pieds ; M. Pingré dit 16 pieds.

Les Mathématiciens Eſpagnols qui accompagnerent les Académiciens François en 1735, diſent que le jour de la conjonction, le flot commence à trois heures du ſoir. L'eau monte & baiſſe conſidérablement ; ce qui fait qu'avec la diſpoſition de la plage, qui eſt unie, & preſque au niveau de la mer, le flot en ſe retirant, la découvre beaucoup dans la baſſe mer. Ils ajoutent une remarque faite dans le pays, ſur la différence des marées entre la mer du Sud & la mer du Nord, qui en eſt très-voiſine, mais ſéparée totalement par le continent de l'Amérique.

Leurs mouvemens ont une exacte correſpondance ; mais quand la mer du Nord ceſſe de croître, la mer du Sud commence à monter, & s'étend ſur la plage. Suivant les loix du flux & du reflux à Manta, qui eſt preſque ſous l'équateur, l'eau croît & diminue réguliérement pendant 6^h, plus ou moins. La même choſe arrive dans la riviere de Guayaquil, quand la force de ſes eaux n'interrompt pas l'ordre des marées. Il en eſt de même à Payta, à Guanchao, au Callao de Lima, & dans les autres Ports du Pérou ; avec cette différence que l'eau monte ou baiſſe plus dans les uns que dans les autres. Ainſi l'on ne peut vérifier ici

l'opinion répandue entre les gens de mer, qu'entre les tropiques, les marées ſont irrégulieres, ſoit pour le temps que dure le flux & le reflux, ſoit pour la hauteur des marées (*Hiſt. des Voy.* tom. L, pag. 260).

215. Le golfe de Saint-Michel, près de Panama, eſt l'endroit de toute cette côte, où la marée eſt la plus forte. Il y a pluſieurs grandes rivieres qui ſe déchargent toutes dans une eſpece de lac, large de deux ou trois lieues, & ſéparé de la mer par de petites îles baſſes, entre leſquelles il y a deux canaux, par où la marée paſſe dans le lac, & delà dans les rivieres. Elle reflue de même; & ſouvent toutes les îles en ſont inondées, juſqu'au ſommet des arbres. Les rivieres qui ſe jettent dans ce lac ſont aſſez étroites; leurs rives ſont eſcarpées, & ne ſont guere plus hautes que le vif de l'eau. Comme le lac & les rivieres ſont les ſeuls receptacles de la marée, il n'eſt pas ſurprenant qu'elle y monte & deſcende de 18 ou de 20 pieds. Il en eſt à-peu-près de même de la riviere de Guayaquil, excepté que les lagunes y ſont plus larges. La marée y monte & deſcend de 16 pieds. Quoiqu'il y ait pluſieurs autres grandes rivieres ſur la même côte, où la marée ne paroît pas moins rapide, il n'y en a pas d'autre où la hauteur du flux ſoit ſi remarquable.

Ces grandes marées du golfe Saint-Michel, ont fait penſer à quelques Obſervateurs qu'il y avoit ſous terre, une communication réelle entre les deux mers, & que l'iſthme de Darien étoit une eſpece de Pont, ſous lequel la mer avoit ſon flux & ſon reflux, comme ſous le Pont de Londres. On a même dit qu'on y entendoit un bruit conſidérable qui venoit de cette cauſe; qu'en faiſant voile dans la Baye de Panama, les navires s'y trouvoient prodigieuſement agités, & quelquefois briſés contre les îles par la violence de cette agitation; qu'en d'autres temps ils étoient attirés comme par la force d'un gouffre, & menacés d'être emportés ſous terre dans la mer du Nord. On ajoute, que dans les grandes marées les îles de la

Baie ſont couvertes d'eau ; que le pays même eſt inondé dans une grande étendue, & qu'on n'y voit que la cime des arbres. Dampier réfute ces aſſertions : « Il eſt aſſez » étrange, dit-il, que mes Compagnons & moi nous » n'ayons rien obſervé d'approchant. J'ai paſſé deux fois » cette iſthme ; & la ſeconde fois, j'y demeurai vingt-trois » jours ſans y entendre aucun bruit ſouterrain. J'ai fait » voile auſſi dans la mer du Sud pendant près de trois » ans, & j'ai paſſé quelques mois dans la Baie de Pa- » nama ; lorſque j'en fus parti, notre équipage y de- » meura plus long-temps. Cependant, loin d'y trouver de » ſi terribles gouffres, nous obſervâmes que la navigation » y étoit auſſi douce que ſur aucune autre mer. Dans » mes entretiens avec les Indiens & les Eſpagnols, je » n'ai rien appris de conforme à toutes ces idées. Je » ſais que Gage, Voyageur Anglois, n'a pas fait de » difficulté de les adopter ; mais on peut lui reprocher » trop de crédulité ; ou ſi l'on juge de ſa ſanté par cette » relation, qui eſt imparfaite & mal ſoutenue, on doit » juger qu'il ſe portoit mal dans ce voyage. A l'égard » des marées qu'on repréſente ſi grandes dans toute cette » mer, on exagere beaucoup, & je ne connois que le » golfe de Saint-Michel, où le flux & le reflux ſoit » exceſſif, il couvre en effet toutes les petites îles, & ne » laiſſe que le ſommet des arbres à découvert. Mais ces » îles ſont fort baſſes, & ne produiſent que de petits » arbres en comparaiſon des îles de Panama, où la Ville » ſeroit bientôt ſubmergée, ſi les îles de la Baie pou- » voient l'être. Les îles des Perles qui ſont baſſes & » plattes, ne le ſont jamais. Les grandes marées y ſont » d'environ 10 ou 12 pieds, ſans excepter les parties » méridionales, qui ſont preſque oppoſées au golfe de » Saint-Michel, & qui n'en ſont éloignées que de treize » ou quatorze lieues. Cependant la marée y monte plus » haut de deux ou trois pieds, qu'aux environs de Panama, » ou dans tout autre endroit de la Baie » (*Hiſt. des Voyages*, tom. XLIV, p. 286).

Chéquetan, Port du Mexique, trente lieues à l'Oueſt d'Acapulco : M. Pingré dit que la mer monte de 5 pieds.

Je n'ai pu me procurer des Obſervations d'Acapulco, & des autres endroits de cette côte ; quoique j'aie fait en Eſpagne toutes les inſtances poſſibles.

216. C'eſt dans les îles de la mer du Sud qu'il faudroit obſerver les marées pour connoître leur état le plus naturel, & leurs regles les plus indépendantes des circonſtances locales. Mais les voyages y ſont rares, & avant le Capitaine Cook, on ſavoit à peine quelle étoit la hauteur des marées dans la mer du Sud. Cependant on avoit déja dit que les marées étoient petites dans les îles éloignées du continent. Aux îles Gallapagos, qui en ſont à près de cent lieues, la marée n'eſt que de 2 ou 3 pieds au plus (*Hiſt. des Voyages*, tom. XLIV, p. 288) ; mais on avoit de la peine à adopter une Obſervation qui paroiſſoit ſi ſinguliere. Cependant M. Bernoulli étoit perſuadé que la force du ſoleil aſſignée par Newton, ne pouvoit ſuffire pour ſatisfaire aux phénomenes des marées (pag. 92 & 116), c'eſt-à-dire qu'il croyoit les marées de plus de 8 pieds dans des mers libres ; on va voir qu'elles ſont beaucoup moindres, ſans doute, à raiſon des obſtacles qu'oppoſent aux forces luniſolaires le frottement & l'inertie.

En entrant dans la mer du Sud par le détroit de Magellan, le Capitaine Byron en 1765, aborda à l'île de Maſafuero, vis-à-vis du Chili ; il y obſerva ſeulement que la marée verſe douze heures au Nord, & reverſe enſuite douze heures au Sud (*Voyage du Cap. Byron*, pag. 118). Latitude $33\frac{1}{2}$ Sud, longitude $296\frac{1}{4}$. C'eſt ſans doute ici un cas extraordinaire ; la cauſe eſt peut-être le mélange des deux marées, dont l'une vient de la mer Pacifique, l'autre de l'Océan atlantique, par le Midi de l'Amérique.

Dans le reſte du voyage du Capitaine Byron, qui traverſa toute la mer du Sud en 1765, & qui reconnut pluſieurs îles, il n'y a point d'Obſervations ſur les marées.

217. Mais on en trouve beaucoup dans le recueil des Obſervations faites dans le ſecond Voyage du Capitaine Cook (art. 207). A Ohitahoo, l'une des îles Marquiſes, latitude 9° 55′ Sud, longitude 238° 32′, M. Wales qui étoit ſur le vaiſſeau la Réſolution, obſerva le 8 Avril 1774, deux jours avant la nouvelle lune, que la mer étoit pleine environ une heure après midi. A 7 heures elle étoit deſcendue de $3\frac{1}{4}$ pieds, & c'étoit à-peu-près la baſſe mer. Le 10, jour de la nouvelle lune, la baſſe mer étoit vers les 9 heures du matin, & la pleine mer vers 3 heures après midi; il y avoit environ 4 pieds de marée; le Lundi 11, à 10 heures du matin, on obſerva le juſant, il y avoit encore environ 4 pieds de différence, mais ces Obſervations n'ont été faites qu'à-peu-près (*M. Wales*, p. 82).

L'heure de la marée diffère ſi conſidérablement de celles des autres îles, que je ne penſe pas devoir en tirer d'induction ſur le retardement.

Vers l'île du Lagon, 18° 35′ de latitude Sud, 237° 53′ de longitude, la marée eſt haute quand la lune eſt au Sud $\frac{1}{4}$ Sud-Eſt (*Cook*, tom. II, pag. 305). Cela veut dire 45′ avant midi (art. 243).

On eſt étonné de voir que la marée d'Ohitahoo differe autant de celle-ci; mais il y avoit vers l'île du Lagon une groſſe mer qui rendoit l'Obſervation difficile & peu sûre; dans la premiere ſtation à Ohitahoo, les lames s'élevoient de la hauteur d'un homme.

118. TAÏTI, ou Otaheite, île de la mer du Sud, latitude $17°\frac{1}{2}$ Sud, longitude $228°\frac{1}{4}$; ce fut le Capitaine Wallis qui aborda le premier dans cette île, devenue depuis ſi fameuſe, & ce fut le 19 Juillet 1767; M. de Bougainville y arriva le 2 Avril 1768; mais ni là, ni dans les autres îles de la mer du Sud, ils ne firent aucune Obſervation des marées, pas même à l'île de Tinian, où Wallis reſta près d'un mois, & qui eſt ſituée à la partie occidentale de cette grande mer.

Marées à l'île de Taïti.

Le Capitaine Cook dans ſon premier voyage autour du monde, ſéjourna à Taïti en 1769. Les marées dans les environs de ces îles ſont peut-être, dit-il, auſſi peu

peu considérables que dans aucune autre partie du monde: une lune Sud, ou Sud $\frac{1}{4}$ Sud-Oueſt, rend la marée haute dans la Baie de Matavai à Taïti; mais l'eau s'éleve rarement au-deſſus de 10 à 12 pouces (*Cook, voyage de* 1769, tom. II, pag. 529). Une lune Sud $\frac{1}{4}$ Sud-Oueſt ſignifie trois quarts-d'heure, après le paſſage de la lune au méridien (art. 243).

M. Bailey y obſerva les marées en 1773, & M. Wales en 1774; la plus grande différence que trouva M. Wales entre les hauteurs de l'eau, fut de $16\frac{1}{2}$ pouces le 29 Août 1773; ce qui fait $15\frac{1}{2}$ pouces de France (*M. Wales*; pag. 56).

M. Cook & M. Gréen avoient déja été ſurpris de cette petiteſſe des marées à Taïti; mais M. Wales ne les ayant trouvées enſuite que de 7 à 8 pouces à Ulietéa, examina d'où cela pouvoit venir, & il demeura perſuadé que c'étoit à cauſe des grands bancs dont ces îles ſont entourées; il croit que ſans cela on auroit 3 pieds de hauteur dans ces îles pour les grandes marées, comme dans les autres parties de cette grande mer (*M. Wales*, pag. 95).

219. Voici quelques-unes des Obſervations faites à la fin d'Août 1773, par M. Bayley, au Cap de Vénus dans l'île de Taïti; les hauteurs ſont en pouces d'Angleterre, par rapport à un point fixe pris à volonté.

Le 29,	10h 37′ du matin,	3pi.	$4\frac{3}{4}$po.	pleine mer.
	5 42 du ſoir,	2	$2\frac{3}{4}$	baſſe mer.
30,	6 37 du matin,	2	4	baſſe mer.
	11 52 du ſoir,	3	$6\frac{1}{2}$	pleine mer.
31,	6 30 du matin,	2	$3\frac{1}{2}$	baſſe mer.
	11 50 du matin,	3	$6\frac{1}{2}$	pleine mer.
	6 17 du ſoir,	2	$5\frac{1}{4}$	baſſe mer.

La pleine lune étant arrivée le 31 à 16h 4′ à Paris, j'ai pris la diſtance de cette phaſe aux trois Obſervations de pleine mer, en y ajoutant 10h 7′ pour les réduire au méridien de Paris, & ajoutant la correction de la Table

(art. 74, pag. 69), j'ai trouvé l'établiſſement du Port à Taïti, $12^h\ 7'$, $12^h\ 39'$, $11^h\ 59'$, dont le milieu eſt $12^h\ 15'$, ou plutôt $0^h\ 15'$, puiſque nous ne comptons pas ici du paſſage précédent, mais ſeulement de celui qui avoiſine la haute mer.

220. ULIETEA, île de la mer du Sud, latitude $16°\ 45'\ \frac{1}{2}$ Sud, longitude $226°\ 3'$; le 25 Mai 1774, jour de la nouvelle lune, la pleine mer arriva vers $11^h\ 10'$ du matin dans cette île; la marée fut de 8 pouces (*M. Wales*, pag. 96). Voici ſes Obſervations.

			Différences en pouces.	Établiſſement.
1774	24 Mai	$23^h\ 10'$ pleine mer		$25'$ avant midi.
	26	0 0 pleine mer	$8\ \frac{1}{4}$	12
	27	19 0 baſſe mer		
	28	1 0 pleine mer	$7\ \frac{3}{4}$	24
		20 30 baſſe mer		
	29	1 55 pleine mer	$7\ \frac{1}{2}$	6
		21 0 baſſe mer		
	30	2 30 pleine mer	$7\ \frac{1}{2}$	44
		21 30 baſſe mer		
	31	3 30 pleine mer	$7\ \frac{1}{2}$	32
Établiſſement par un milieu.				$24'$ avant midi.

Les nombres de la derniere colonne ont été calculés par le moyen de la Table de l'article 74, pag. 69; les hauteurs ou différences ſont en pouces Anglois.

Retardement inſenſible.

221. Il paroît par les Obſervations de l'île du Lagon, comparées avec celles de Taïti & d'Ulietéa, que la marée éprouve bien peu de retard par le frottement & l'inertie des eaux, puiſqu'à 240 lieues de diſtance l'heure eſt preſque la même. Mais en avançant vers l'Occident, le retard devient très-ſenſible (comme on le verra par les articles ſuivans), à cauſe des terres de la nouvelle Zélande.

Marées aux nouvelles Hébrides.

222. TANNA, une des nouvelles Hébrides, latitude $19°\ 32'$ Sud, longitude $187°\ 25'$; M. Wales obſerva le 7 Août 1774, jour de la nouvelle lune, la pleine mer à $5^h\ \frac{3}{4}$, différence, 3 pieds: le 19, deux jours avant la pleine lune, la haute mer fut à $3^h\ 50'$, différence 3

pieds 5 pouces (*M. Wales*, pag. 110, *Cook*, tom. III, pag. 221).

Comme ces îles approchent beaucoup de la nouvelle Zélande & de la nouvelle Hollande, il paroît que le mouvement de la mer n'y eſt plus libre, comme dans les îles précédentes, qui étoient de 800 lieues plus à l'Eſt; ce qui retarde la marée d'environ 6 heures.

223. NOUVELLE ZÉLANDE, à la Baie obſcure, (Dusky Bay), qui eſt à l'extrêmité Sud-Oueſt, à 45° 47′ de latitude Sud, & 183° 59′ de longitude, la marée étoit haute, ſuivant M. Cook, à 10ʰ 57′ dans les pleines & nouvelles lunes. Il dit que la marée des pleines lunes monte & retombe de 8 pieds, & celle des nouvelles lunes de 5 pieds 8 pouces; cette différence, dit-il, eſt un peu extraordinaire, & elle fut probablement occaſionnée alors par quelque cauſe accidentelle (*Sec. Voy. de Cook*, tom. I, p. 215). Mais on voit par les Obſervations de M. Bayley, qui étoit de ce voyage, que cette différence venoit de la diſtance de la lune. Il obſerva aſſiduement les marées depuis le 7 juſqu'au 26 Avril 1773, dans la Baie obſcure, comme on le voit dans le recueil d'Obſervations que j'ai cité (art. 207), pag. 20 & 21; il ſe ſervoit d'un tube de bois de 12 pieds de long, dreſſé dans l'eau, attaché à un arbre qui avançoit ſur la mer, & il meſuroit la hauteur de l'eau dans ce tube, en y plongeant une verge de bois. A la nouvelle Zélande.

Le 7 Avril, jour de la pleine lune, la mer fut pleine vers onze heures du ſoir; l'eau avoit monté de 7 pieds 7 pouces d'Angleterre.

Le 21, jour de la nouvelle lune, le flux fut vers dix heures & demie, la marée fut de 5 pieds 7 pouces ſeulement, mais la diſtance de la lune étoit beaucoup plus grande que le 7; car le périgée arriva le 8 & l'apogée le 23. Ainſi l'on voit qu'à nos Antipodes les marées ſuivent encore les mêmes regles que dans nos mers.

224. A l'extrêmité oppoſée de la nouvelle Zélande dans la Baie des îles, latitude 35° 10′, longitude

192° ¼, la marée eſt à 8 heures, la hauteur de 6 à 8 pieds, le flot vient du Sud; il y a un courant qui vient de l'Oueſt, & porte le long de la côte au Sud-Eſt, ſuivant le premier voyage de Cook, tom. III, pag. 160.

225. M. Bayley fit un grand nombre d'Obſervations ſur les marées, dans le détroit de la Reine Charlotte, latitude 41° 6′, longitude 191° 56′, depuis le 3 Mai 1773 juſqu'au 21.

Le 6, jour de la pleine lune périgée, la pleine mer arriva vers 8ʰ 53′, & la marée fut de 4 pieds 4 pouces; le 21, veille de la pleine lune, la pleine mer fut vers 8ʰ 35′, & la marée fut de 5 pieds 1 pouce & demi, par un temps calme. M. Bayley y revint au mois de Novembre; & le 14, jour de la nouvelle lune, la marée fut à 8ʰ 46′ du matin, la hauteur 4 pieds 6 pouces.

Depuis le 13 juſqu'au 21, la marée avança ſeulement de 4ʰ 44′, au lieu de 6ʰ 40′; le 14 Décembre, lendemain de la nouvelle lune, la marée arriva à 9 heures 7 minutes, il y eut 5 pieds 6 pouces de marée. Le 15, 6 pieds 1 pouce, le 16, 5 pieds 11 pouces; la lune avoit une déclinaiſon plus auſtrale, & parconſéquent étoit plus près du zénit que dans les Obſervations précédentes (*Wales*, pag. 27, 57, 105).

226. Dans le détroit de Cook, près du canal de la Reine Charlotte, dans la nouvelle Zélande, 41° de latitude, 192° 56′ de longitude, la haute marée eſt de 7 à 8 pieds, ſuivant le premier voyage de Cook.

Au Sud-Eſt du canal de la Reine Charlotte, le 6 Février 1770, la marée couroit au Sud-Eſt depuis 7ʰ juſqu'à minuit, ſuivant le premier voyage de Cook.

227. Le 5 Avril 1773, au-deſſus de la pointe Jackſon, vers le canal de la Reine Charlotte, à 2ʰ ½, la marée portoit le vaiſſeau du Capitaine Cook à l'Oueſt; à 8ʰ la marée tomboit; le 6 à 8ʰ du matin la marée étoit très-forte, à 10ʰ elle finit (*Sec. voy. de Cook*, tom. I, p. 236).

Au mois d'Octobre 1774, dans l'anſe du vaiſſeau, vers la même côte, 192° 6′ de long. 41° 6′ lat. S. 40′ plus à l'Oueſt que dans la carte du premier voyage, la marée précédoit

de 3 heures le passage de la lune au méridien; la plus grande marée étoit de 5 pieds 10 pouces & demi; mais des traces qu'on voyoit sur la greve, indiquoient qu'elle s'étoit élevée 2 pieds plus haut (Tom. III, p. 374).

228. Dans la Tamise, riviere de la nouvelle Zélande, près le Cap Colville, 36° 26′ de latitude, 183° 15′ de longitude, pleine mer à 9 heures, marée de 10 pieds (*Premier voyage de Cook*, tom. I, p. 142).

229. Nouvelle Caledonie; sur la côte septentrionale, $20°\frac{1}{2}$ latit., longit. 182° 22′, établissement 6^h 0′, marées 3 pieds $\frac{1}{2}$. (*Cook*, tom. I, pag. 336).

On jugea que ce n'étoit qu'à 10 ou 11 heures à l'île de la Botanique, qui est vers la pointe méridionale de cette terre de la nouvelle Caledonie, lat. 22° 27′, long. 184° 56′. Si la différence est si considérable, cela doit venir des bancs, entre lesquels il se forme des courans où les marées sont très-fortes. Sur la bande du Nord-Est les courans portoient au Sud-Est; de l'autre côté c'étoit au Sud-Est & à l'Oueſt, ou au Nord-Est (*Cook*, p. 330).

230. Pudyoua, île sur la côte de la nouvelle Caledonie, latit. 20° 18′ Sud, longit. 182° 21′; le 6 Septembre 1774, veille du jour où M. Wales y observa une éclipse de soleil, la basse mer y arriva 18′ après midi; le lendemain matin 7 Septembre, à $6^h\frac{1}{2}$ la mer paroissoit haute sur le rivage opposé; le soir basse mer, 58′ après midi; le 8, la marée à 7^h 29′, différence 3 pieds 1 pouce; le 8 à 2^h 10′ basse mer; différence 3 pieds 1 po. (*Wales*, p. 102).

231. Nouvelle Bretagne, 5° latit. Sud, 170° de long. l'établissement est vers 3 à 4 heures, il n'y a qu'une seule marée; elle est d'environ 9 pieds, suivant le voyage de Carteret. A la nouvelle Bretagne.

232. Nouvelle Hollande. Dampier qui y passa deux mois, dit que la mer flue & reflue d'environ cinq brasses, que la plus grande marée n'arrive que trois jours après la pleine & la nouvelle lune (*Histoire des Voyages*, tome XLIV, pag. 284). A la nouvelle Hollande.

Mais cette terre a été parcourue en 1770, & décrite en détail par le fameux Capitaine Cook, accompagné de

MM. Banks & Solander, ſous le nom de nouvelle Galle méridionale. Dans la Baie de Botanique, à 34° de latit. 169° de longit. la marée eſt à 8ʰ 0′, la hauteur de 4 à 5 pieds (*Premier voyage de Cook*, tom. III, p. 340).

Dans la Baie des Outardes, 24° de latit. Sud, 169° 23′ de longit. 8ʰ 0′, marée de 8 pieds, ſuivant le Capitaine Cook, Mai 1770 (Tom. III, pag. 362).

Quand on eut paſſé la Baie des Outardes le 25 Mai 1770, on reconnut que la marée s'élevoit de près de 7 pieds, que le flot portoit à l'Oueſt & le juſant à l'Eſt; ce qui étoit préciſément le contraire de ce qu'on avoit obſervé quand on étoit à l'ancre, à l'Eſt de la Baye, latit. 23° 30′, longit. 168°½ (*Cook*, tom. III, p. 364).

Canal de la Soif, latit. 22° 10′ Sud, longit. 167° 23′, le flot commence vers les onze heures, la mer s'éleve juſqu'à 18 pieds (*Cook*, tom. III, p. 375).

Le 1 Juin 1770, étant à 21°½ de latit. & 166° 47′ de longit. vers la Baie des canaux & le Cap Hillsboroug, à 8 heures du ſoir la marée couloit lentement à l'Oueſt; le 2 à 1 heure du matin, la marée étoit baſſe; à 6 heures du matin elle étoit montée à 11 pieds; le flot venoit du Nord-Oueſt, au lieu que les jours précédens quelques degrés plus au Midi, & même la veille, elle venoit du Sud-Eſt (*Cook*, tom. III, pag. 378). On avoit déja remarqué la même choſe à différentes fois; ce flot venant du Nord-Oueſt, me paroît devoir être occaſionné par la réſiſtance des îles Cumberland qui étoient à l'Eſt.

Le 2 à 10 heures du ſoir, la marée portoit au Nord; le 3 à 2 heures du matin, elle étoit tombée de 9 pieds; enſuite elle commença à ſe relever, & le flot venoit du Nord, dans la direction des îles ſituées en pleine mer.

233. Vis-à-vis le Cap de la Tribulation, à 15° 48′ de latit. Sud, & 163° de longit., le 11 Juin 1770, ſur les 11 heures du matin, la mer étoit haute, le ſoir à 5 heures, elle commençoit à monter; vers minuit la marée ſauva les Voyageurs déja réſolus à la mort (Tom. IV, pag. 7). Il eſt auſſi parlé de cette Obſervation dans les Tranſactions philoſophiques de la Société Royale de Lon-

dres ; du moins je crois que dans ce Livre c'eſt cette Obſervation dont il eſt parlé, comme ayant été faite à la côte orientale de la nouvelle Hollande, dans la Baie de la Trinité ; latit. 15° 26′ Sud, & 164° de longit. Etabliſſement $9^h \frac{1}{4}$, la mer y monte de 7 pieds le matin, & de 9 le ſoir (*Philoſ. Tranſ.* 1776, pag. 448).

Il y eſt dit que l'établiſſement eſt de 9^h 15′. Suivant mon calcul (art. 72), je ne trouve que 9^h 0′.

234. Dans la riviere Endeavour, lat. 15° 32′, long. 162° 53′, ainſi appellée du nom d'un vaiſſeau employé à ces voyages, le 21 Juin 1770, la mer étoit haute à 8 heures du matin ; le 22 à 2 heures du matin elle étoit baſſe (T. IV, p. 20), la marée monte de 9 pieds ; l'établiſſement eſt entre 9 & 10 heures du matin (Tom. IV, pag. 60).

235. Vers le détroit de l'Endeavour, qui ſépare la nouvelle Hollande, ou nouvelle Galle méridionale de la nouvelle Guinée, $10° \frac{1}{3}$ de latit. $158° \frac{1}{3}$ de longit. la marée eſt entre une & deux heures, & monte de 12 pieds (*Premier Voyage de Cook*, tom. IV, pag. 96).

236. Sur la côte de la nouvelle Hollande, depuis 32° juſqu'à 25° de latit. le Capitaine Cook trouva conſtamment un courant qui avoit ſa direction au Sud, & qui faiſoit douze à quinze milles par jour, plus fort ſur la côte qu'au large. Il croit que le flot venoit du Sud-Eſt ; mais il ne put s'en aſſurer parfaitement. La premiere fois qu'il mit à l'ancre par 24° 30′, il reconnut que le flot venoit du Nord-Oueſt ; mais 30 lieues plus loin, au Nord-Oueſt, ſur la côte méridionale de la Baie de Keppel, à 169° de long. & 23° de latit. il venoit de l'Eſt ; ſur la partie ſeptentrionale de cette Baie, il venoit du Nord, mais avec un mouvement beaucoup plus lent que quand il partoit de l'Eſt. Sur la côte orientale de la Baie des Golfes, qui eſt un peu plus au Nord, le flot portoit fortement à l'Oueſt juſqu'à l'ouverture du canal large. Au côté ſeptentrional de ce canal, il venoit très-lentement du Nord-Oueſt, & devant la Baie de Repulſe, à 21° de latitude ; 166° 21′ de longit., il partoit du Nord.

Pour expliquer toutes ces différences de direction, il suffit d'admettre que le flot vient de l'Est ou du Sud-Est; dans les golfes profonds, ou les grandes anses qui s'enfoncent dans des terres basses qui montent du lit de la mer, & ne sont pas formées par les rivieres qui descendent des terres, le flot est toujours considérable, & sa direction déterminée par celle de la côte qui forme l'entrée du golfe; un grand golfe attire le flot de plusieurs lieues.

Au Nord du passage de la Pentecôte, 20° de latit. 166° de longit. il n'y a point de grand golfe; ainsi le flot porte au Nord ou au Nord-Oueſt, suivant la direction de la côte, & le jusant au Sud ou Sud-est, du moins à quelque distance de terre; car sur la côte même les petits golfes changent encore la direction du flot.

Marées plus fortes la nuit.

237. M. Cook observa aussi, qu'il y avoit la nuit une marée plus forte sur la côte de la nouvelle Hollande; la différence entre l'élévation perpendiculaire du flot pendant le jour & pendant la nuit dans les marées hautes, n'est pas de moins de trois pieds; & cela est bien fort, relativement à la marée totale. Il ne s'apperçut d'une irrégularité aussi remarquable que lorsqu'il eut échoué; peut-être, dit-il, qu'en avançant vers le Nord on l'eût trouvée encore plus grande; le flot y porte au Nord-Oueſt, & continue dans la même direction, jusqu'à l'extrêmité de la nouvelle Galles, d'où il prend son cours à l'Oueſt, & au Sud-Oueſt dans la mer de l'Inde (*Premier Voyage de Cook*, tom. IV, pag. 140).

238. Le Capitaine Byron dit qu'à l'île de Tinian, qui est une des îles des Larrons, ou des îles Mariannes, à l'extrêmité de la mer pacifique, latit. 14°½ Nord, longit. 163°, la mer dans les syzygies devient prodigieusement grosse (*Voyage de Byron*, pag. 157). Cela est assez naturel, vu l'immense étendue de cette mer, dont le vent général se trouve contrarié en approchant de l'Asie, par les vents variables de terre.

A Guaham, une des îles Mariannes, la marée ne monte que

que de 2 ou 3 pieds au plus (*Hiſtoire des Voyages*, tom. XLIV, pag. 288); c'eſt à-peu-près de même que dans toutes les mers libres (art. 45).

Du mouvement général de la Mer, & de quelques phénomenes particuliers.

239. Tandis que l'on voit les phénomenes généraux du flux & du reflux de la mer, modifiés par les circonſtances particulieres, on reconnoît auſſi un effet important & général des mêmes phénomenes. C'eſt le mouvement commun de la mer d'Orient en Occident, qui forme un courant très-ſenſible entre l'Afrique & l'Amérique (*Hydrographie du P. Fournier*, pag. 460). Il y a auſſi une élévation des eaux, qu'on aſſure être toujours plus hautes à la côte orientale de l'Amérique qu'à la côte occidentale. L'un & l'autre ſont une ſuite des marées; car le ſphéroïde aqueux, tranſporté vers l'Occident par le mouvement diurne, eſt retenu & accumulé ſur la côte orientale de l'Amérique, d'où il ne peut revenir qu'en partie, & très-lentement par un courant oppoſé qui s'établit probablement dans le fond de la mer, & l'eau de la ſuperficie ne revient baigner les côtes occidentales de l'Afrique & de l'Europe, que par le poids naturel des eaux qui retombent après avoir frappé les côtes de l'Amérique. Effets généraux des marées.

Il en eſt de même dans la mer du Sud; les eaux arrêtées par le continent de l'Aſie, retombent naturellement vers les côtes du Chili, du Pérou & du Mexique; mais elles ne peuvent y former une intumeſcence auſſi grande, & une élévation auſſi conſidérable que celle qui ſe fait ſur les côtes du Bréſil, & dans le golfe du Mexique, où les eaux arrivent avec abondance, entraînées par la force des attractions luniſolaires. Il faut voir au ſujet des courans, le Mémoire de M. Daniel Bernoulli, dans le ſeptieme volume des pieces qui ont remporté les prix de l'Académie.

240. Mac-Laurin, dans la piece qui remporta le

prix de l'Académie (art. 33), conſidére auſſi le mélange des marées avec le mouvement diurne de la terre, pour expliquer les courans : la maſſe d'eau qui eſt tranſportée par la marée, à une diſtance plus ou moins grande de l'équateur, tombe dans des régions où la mer, par le mouvement diurne, a une vîteſſe plus ou moins grande; dès-lors le mouvement général doit en être troublé, & cela doit produire des modifications conſidérables dans les marées, dans les courans & dans les vents. Les eaux qui ſont à 50° de latit. ont une vîteſſe plus grande que celles qui ſont à 36°, de plus de deux lieues par heure; & comme la marée peut faire une inégalité encore plus grande, les effets peuvent devenir même dans ce cas-là très-ſenſibles (*Mac-Laurin*, p. 228).

On a auſſi parlé ſouvent d'un autre mouvement de la mer, du Pole vers l'équateur, qui amene des glaces du Nord, & fait dériver les vaiſſeaux. Le P. Fournier l'explique par l'évaporation de la mer ſous la zone torride, qui oblige les eaux de la zone glaciale à s'y porter pour remplir le vide (*Hydrographie*, p. 469). Il y a lieu de croire que les attractions luniſolaires qui tendent à élever les eaux vers l'équateur, contribuent à déterminer ce mouvement du pole vers l'équateur.

Effets des tremblemens de terre.

241. Dans les pays ſujets aux tremblemens de terre, la mer participe quelquefois à ces mouvemens extraordinaires; j'en ai rapporté un exemple (art. 196); en voici encore deux aſſez remarquables.

Wafer raconte dans ſon voyage qu'il étoit dans la mer du Sud, à 150 lieues de l'Amérique, par 12° 30′ de lat. Sud, le jour d'un tremblement de terre, qui arriva vers la fin de l'année 1687; tout d'un coup on ſentit un choc terrible, comme ſi le vaiſſeau eut touché ſur un roc; on fut ſi effrayé, que tout l'équipage ne ſongeoit plus qu'à ſe préparer à la mort; les canons ſauterent dans leurs affuts, les Matelots furent jettés hors de leurs branles; la mer devint blanchâtre, & chargée de ſable; & cependant l'on ne trouva point de fond avec la ſonde. Wafer apprit enſuite, qu'à la même heure il y avoit eu un tremblement

de terre à Callao, ſur la côte du Pérou, que la mer s'étoit retirée au loin, & avoit laiſſé le rivage à ſec; qu'enſuite la mer étoit revenue avec tant de furie, qu'elle avoit inondé la ville & la fortereſſe de Callao, quoique ſituées ſur une montagne. Les vaiſſeaux qui étoient à la rade furent tranſportés à une lieue delà dans les terres, les hommes & les beſtiaux furent noyés ſur un eſpace de 50 lieues le long de la côte, & les ravages s'étendirent juſqu'à Lima, quoique à ſix milles de la mer (*Voyage de Wafer*, pag. 173, édit. d'Amſterdam 1714).

Le même Voyageur étant à Santa, petite Ville ſituée à trois milles de la mer, par 8° 40′ de latit. Sud, vit trois navires dans un vallon; on lui raconta, qu'étant à l'ancre dans la Baie vers 1678, un tremblement de terre avoit pouſſé la mer avec tant de violence & ſi haut, que ces trois navires avoient été portés par-deſſus la hauteur juſques dans le vallon; ce ne fut que 24 heures après que la mer rentra dans ſes bornes.

Variations des Lacs.

242. Je n'ai point parlé dans cet Ouvrage des phénomenes qu'on obſerve dans les lacs ſitués au milieu des terres, parce que ſans doute ils n'ont point de rapport à la cauſe des marées; mais M. Piquet, ancien Miſſionnaire du Canada, m'a aſſuré qu'il y a une révolution périodique de 20 ans dans la hauteur des eaux du lac Michigan, & que la différence de hauteur va à 10 pieds; on y montre les termes de la hauteur & de l'abaiſſement.

Il y a auſſi un flux périodique régulier dans des marais de Baviere, dont les retours ſont de 3, 5, 7 ans.

Les Ruſſes prétendent qu'il y a dans le lac de Ladoga un flux & reflux tous les trois ans, enſorte que les eaux ſont très-baſſes dans la troiſieme année; ce qui fait beaucoup de tort aux vaiſſeaux Ruſſes qui y navigent, & qui ſont ſujets à être jettés ſur les bancs de ſable qui s'y forment, & qui ſe trouvent plus découverts qu'ils ne l'étoient trois ans auparavant.

Dans le lac de Geneve, on obſerve des flux & des reflux qui vont juſqu'à un pied plus ou moins, & qu'on appelle des ſeiches; elles ſe ſuccédent pluſieurs fois dans

un même jour, ſouvent à un quart-d'heure ou une demi-heure de diſtance, & on les apperçoit ſur-tout aux deux extrêmités du lac, à l'entrée & à la ſortie du Rhône. M. Jallabert les attribue aux fontes des neiges, qui groſſiſſent le Rhône : alors ce fleuve pouſſe les eaux du lac à droite & à gauche. De même, lorſque l'Arve eſt groſſie, elle retarde le cours du Rhône à ſa ſortie de Geneve, le fait groſſir, & produit un effet ſemblable dans la partie inférieure du lac (*Hiſt. de l'Acad.* 1742, p. 28).

Variations des fontaines.

Il y a un puits à Boyaval, près d'Aire, qui déborde dans certains temps (*M. Buc-Hoz, la nature conſidérée ſous ſes différens aſpects*, tom. IV, 1774, lettre 93).

La Fontaine de Fonteſtorbe, dans le Diocèſe de Mirepoix, dont parle M. Aſtruc dans ſes Mémoires ſur l'Hiſtoire Naturelle de la Provence & du Languedoc, eſt intermittente dans l'été, lorſqu'il fait ſec : M. Aſtruc l'explique par l'expérience des Syphons (*Anciens Mém. de l'Acad.* tom. II, *M. Buc-Hoz*, lettre 93).

Il y a une fontaine ſalée en Franche-Comté qui a un reflux, dont parlent MM. Borelli & de la Hire (*Anciens Mém. de l'Acad.* tom. II).

Une fontaine en Pologne, qui croît & baiſſe ſuivant le cours de la lune (*Collection académique*, tom. I, pag. 298).

Une autre fontaine à flux & à reflux, dont parle M. Courvoiſier (*Collection académique*, tom. VI, pag. 251, *Philoſ. Tranſ.* 1665, n°. 7, 1693, n°. 204).

La fontaine de Varains, près de Saumur, s'arrête deux fois le jour ; mais comme cela arrive à la même heure, il n'y a rien qu'on puiſſe rapporter à la cauſe des marées (*Fournier*, pag. 453). Il y en a une pareille dans le Bugey ſur les bords du Rhone.

M. de la Hire, dans un Mémoire ſur l'origine des fontaines, obſerve que le rocher de la Sainte-Baume en Provence, étant tout fendu & crevaſſé, la pluie y pénétre avec facilité à 67 toiſes de profondeur, & y forme une très-belle citerne, qui feroit enfin une fontaine quand

la citerne ſeroit remplie ; il en tire l'explication de certaines fontaines intermittentes ; « car, dit-il, lorſqu'il ſe » rencontre ſur de ſemblables rochers, & dans des fonds » conſidérables de grandes quantités de neiges qui ſe fondent en été à la ſeule chaleur du ſoleil, on remarque » de grands écoulemens de l'eau de quelques fontaines » pendant quelques heures d'un même jour, & même à » pluſieurs repriſes. Si le ſoleil ne donne ſur les neiges » qu'à quelques heures différentes de la journée, le reſte » du temps ces neiges étant à l'ombre des pointes des » rochers, elles ne peuvent pas ſe fondre facilement ; c'eſt » ſans doute la raiſon de ce qu'on a rapporté, qu'il y avoit » des fontaines au-milieu des terres, qui avoient un flux » & un reflux comme la mer (*Mém. de l'Acad.* 1703, » pag. 61). Il ſera aiſé, ajoute M. de Fontenelle, d'i- » maginer des cauſes des fontaines extraordinaires dès » que l'on en ſaura les circonſtances en détail. La plus » grande difficulté eſt d'en avoir de bonnes relations, & » bien purgées du faux merveilleux que les traditions » populaires y ajoutent toujours » (*Hiſtoire de l'Acad.* 1703, pag. 6).

M. Deſlandes, ancien Commiſſaire de la Marine, connu par ſon hiſtoire critique de la Philoſophie, & par un Recueil de traités de Phyſique, avoit rapporté comme un fait très-ſingulier, & dont on cherchoit l'explication, que le puits de Plougaſtel, ſitué dans la rade de Breſt, avoit la propriété ſinguliere d'être plein quand la mer étoit baſſe, & vide quand elle étoit haute ; mais M. de Courcelles, Médecin de la Marine à Breſt, s'y eſt tranſporté pour vérifier le fait ; il s'eſt aſſuré que ce puits eſt abſolument indépendant du flux & du reflux de la mer, ou du moins toujours plein, à-peu-près à la même hauteur, quelle que ſoit la hauteur de la mer (*Journal des Savans, Janvier* 1772).

TABLE

DES HEURES ET DES HAUTEURS

DES MARÉES

Obſervées dans toutes les Parties du monde.

243. L'Établiſſement du Port, ou l'heure de la marée dans les nouvelles lunes (art. 58) pour différens Ports, ſe trouve dans tous les livres de navigation. Il y en a une Table pour les Ports de l'Europe dans le Livre de la *Connoiſſance des Temps*, que l'Académie publie chaque année, mais on n'y trouve rien ſur les autres Parties du monde, & ce qui ſe trouve à cet égard dans d'autres ouvrages, eſt fort diſperſé & fort incomplet. J'ai donc entrepris de former une Table nouvelle plus étendue & plus complette, d'après des Obſervations recueillies de toutes parts, en y ajoutant la hauteur de la marée pour tous les pays dont j'ai pu avoir la notice.

On trouve une Table pareille dans l'hydrographie du P. Fournier, imprimée à Paris en 1643 pag. 444 & 445; mais elle eſt diſpoſée ſur les rumbs de vent, en comptant 3 heures pour chaque rumb, ſuivant l'uſage des Matelots. Ainſi, pour dire que la marée de Saint-Malo arrive à 6 heures, ils diſent que cette Ville eſt Eſt & Oueſt; pour dire que la marée eſt à 3 heures, ils diſent que la lune Sud-Oueſt fait la pleine mer.

Dès l'année 1685, on mit dans la Connoiſſances des Temps une Table de l'heure de la marée en différens Ports de France, & on l'augmenta peu à peu. C'eſt du volume de 1687 qu'on tira cette Table pour l'inſérer dans les *Tranſactions Philoſophiques* de 1686, n°. 185.

244. L'heure de la marée ſur les côtes d'Eſpagne, de Portugal, de France & d'Angleterre, contient dans la Table ſuivante ſoixante-quatre nombres, tirés des Ephémérides pour 1701, imprimées à Rouen, & ces nombres ſont marqués 1701; M. de Fourcroy, qui avoit commencé cette Table de comparaiſon, y a joint environ cinquante nombres, marqués 1717, parce qu'ils ſe trouvent dans la *Connoiſſance des Temps* de la même année. L'auteur (M. Lieutaud) dit à la page 143, qu'il ne change rien aux nombres qui avoient été donnés juſqu'alors dans la Connoiſſance des Temps; ce n'eſt pas qu'on les croie fort exacts; mais, ajoute-t-il, on n'a pas pu avoir juſqu'ici un aſſez grand nombre d'Obſervations des Ports de mer, pour en tirer une détermination préciſe de l'heure de la pleine mer, quoique l'on y travaille depuis pluſieurs années.

Les points marqués 1754, ſont tirés de l'*Etat du Ciel* par M. Pingré pour la même année, qu'on a copié dans le ſixieme volume de l'Encyclopédie; j'y ai ajouté les lieux que M. Pingré avoit omis, en empruntant cette Table du quatrieme volume de l'*Architecture hydraulique* de Bélidor; j'y ai auſſi noté quelques variantes, ou différences qui ſe rencontrent entre MM. Pingré & Bélidor. Cette Table eſt double de celle de 1717, & l'on y trouve des corrections ou changemens pour plus de 50 lieux; mais M. Bélidor ne dit point ſur quelles Obſervations il avoit fait ces additions & ces changemens.

Les points marqués 1753, ſont ceux de la Table de M. Saverien (*Dictionnaire de Mathématiques*, tom. II); quoiqu'elle ne donne pas à beaucoup près, autant de points que la précédente, elle y en ajoute environ 36; elle contient environ 60 changemens, quant aux heures, mais il y en a la moitié qui ſont d'après les deux anciennes Tables. M. Saverien ne dit pas d'où il avoit tiré ces données; ainſi nous ne pouvons pas décider de la préférence pour les points où il diffère des anciennes Tables.

Les points marqués 1759, ſont ceux que je trouvai dans la Connoiſſance des Temps de la même année,

lorſque je fus chargé de cet Ouvrage, & que j'ai placés dans pluſieurs volumes des années ſuivantes. La ſeule différence eſt pour Belle-Iſle, pour laquelle on avoit marqué d'abord $3^h\ 30'$, & qui depuis a été marquée $1^h\ 30'$, ſans doute par erreur; car l'aſſemblée des Pilotes que j'ai fait conſulter, a répondu que c'étoit $3^h\ 36'$ dans le Port même de Belle-Iſle. On voit par tous ces nombres, que depuis le commencement du ſiecle on n'a corrigé dans les anciennes Tables, que l'heure de la marée de Breſt.

Les points marqués 1770, contiennent quelques variétés pour divers Ports d'Angleterre. Ils ont été communiqués à M. de Fourcroy par M. Frazer, Ingénieur, & premier Commiſſaire Britannique réſidant à Dunkerque, qui les tenoit des Ingénieurs Anglois les plus inſtruits en ce genre.

Quant aux quatre points de Boulogne, Calais, Gravelines & Dunkerque, M. de Fourcroy les a établis d'après ſes propres Obſervations (Voyez ci-deſſus, art. 175 & ſuivans).

Les Voyages de Cook autour du monde, & ceux des François depuis quelques années (art. 207), m'ont fourni un grand nombre de points, ainſi que la Table de Robertſon dans le premier volume de ſes *Éléments of Navigation, London* 1772; mais j'ai réduit toutes leurs longitudes au premier méridien, ſuppoſé 20 degrés à l'Orient de Paris.

Variations de l'heure du Port.

245. L'établiſſement du Port, ou l'heure de la pleine mer dans les ſyzygies, n'eſt pas toujours exactement la même; ainſi, quoique l'heure des marées ſoit de $3^h\ 28'$ à Breſt, dans le temps des ſyzygies, par un milieu pris entre beaucoup d'Obſervations, l'on voit, quand les marées ſont fort grandes, que la pleine mer arrive de meilleure heure, & anticipe ſur le calcul; & quand les marées ſont fort petites, la pleine mer arrive plus tard, & retarde ſur le calcul (*Mém. de l'Acad.* 1714, pag. 249). La différence alloit juſqu'à 26 minutes le 11 Janvier 1714, où la hauteur ſur l'échelle graduée, ne fut que de 15 pieds $10\frac{1}{2}$ pouces; &

& l'avancement fut de 10′ le 14 Février 1714, où la mer monta à 18 pieds 5 pouces. On obſerva même deux fois au Havre en 1701, que le temps de la marée avoit anticipé de pluſieurs minutes d'un jour à l'autre, aulieu du retardement qu'il doit y avoir (*Mém.* 1710, page 368).

C'eſt probablement par la même raiſon que les grandes marées des équinoxes, arrivent dans l'île de Madagaſcar, 35 heures après la nouvelle lune; mais que les marées des ſolſtices arrivent 48 ou 50 heures après les nouvelles lunes; parce que quand un effet eſt très-grand, il eſt moins altéré par les cauſes ſecondaires (art. 60).

On ſent que quand la marée eſt fort grande, ſoit que cela vienne de l'intenſité des attractions qui la produiſent, ou de la force du vent qui favoriſe le gonflement, l'effet étant plus fort, ou produit par une force plus puiſſante, doit arriver auſſi un peu plutôt, ſur-tout à raiſon de la force acquiſe par les eaux, qui fait qu'elles vont au-delà du terme où l'attraction pouvoit les porter; ainſi il faudroit déterminer l'établiſſement du Port dans les différentes circonſtances; mais dans de pareilles Obſervations l'on ne peut que prendre un milieu; c'eſt même beaucoup, quant à préſent, que d'avoir bien ce milieu: il n'y a guere de Port où l'on puiſſe s'en flatter, comme on en jugera par les variantes de notre Table.

L'établiſſement du Port eſt toujours ſuppoſé exprimé en temps ſolaire, vrai: par exemple, ſi le jour que la nouvelle lune eſt arrivée à midi, la marée eſt à ſix heures, cela veut dire que le ſoleil eſt éloigné du méridien de 6 heures au moment de la haute mer. Mais la lune eſt éloignée alors du méridien d'environ $5^h\ 48'$ de temps, parce qu'elle s'eſt éloignée du ſoleil, d'une quantité qu'elle parcourroit en 12′ de temps. Si donc on prenoit la diſtance de la lune au ſoleil au moment de la pleine mer, ſuivant la Table de la page 63, qui eſt $0^h\ 12'$ dans le cas préſent, pour l'ôter de l'heure de la marée obſervée, afin d'avoir l'établiſſement du Port, on n'auroit que la diſtance de la lune au méridien à l'heure de la marée des ſyzygies, mais

non pas le temps vrai de cette marée, qui eſt la diſtance du ſoleil au méridien, & c'eſt ce temps vrai que nous appellons l'établiſſement du Port, en ſuppoſant la ſyzygie à midi.

Comme nous n'avons preſque jamais prolongé l'établiſſement du Port au-delà de 12 heures, il s'enſuit que quand on veut avoir la ſeconde marée du même jour, il faut calculer le paſſage de la lune à la partie inférieure du méridien.

Voilà pourquoi l'on devroit diſtinguer 0^h de 12^h; par exemple, pour Dunkerque, Robertſon, qui met 0 heures indique la marée à midi, le jour où la nouvelle lune arrive à midi; ceux qui mettent 12 heures, ſemblent donner à entendre que c'eſt la marée ſuivante qui arriveroit à minuit, tandis qu'elle doit arriver 24′ plus tard; mais juſqu'à préſent l'on n'a point fait ces diſtinctions.

Auſſi M. Caſſini diſtingue l'établiſſement du Port à Breſt 3^h 6′ le matin, & 3^h 30′ le ſoir (*Mém.* 1720, p. 156), en ſuppoſant toujours la nouvelle lune à 3^h 30′, mais c'eſt 3^h $37\frac{1}{2}$′, en ſuppoſant que la nouvelle lune eſt arrivée à midi.

En effet, ſi la nouvelle lune arrive à 3^h 30′ du ſoir, avec le flot, la lune aura paſſé au méridien à 11^h $52\frac{1}{2}$′, le flot ſuit donc le paſſage de 3^h $37\frac{1}{2}$′; donc ſi la nouvelle lune arrive à midi, le flot doit arriver à 3^h $37\frac{1}{2}$′.

Alors on a 3^h $19\frac{1}{2}$′ pour celle du matin, du moins ayant égard à l'action du ſoleil (art. 74).

Dans les Ports où la marée arrive à 9 ou 10 heures le matin & le ſoir, le jour de la nouvelle lune, il eſt naturel que celle du matin ſoit la plus remarquable pour tous ceux qui habitent & qui travaillent ſur les Ports; il y a donc apparence que l'on a pris pour établiſſement l'heure de la marée du matin; tandis qu'à Breſt, par exemple, on prend celle du ſoir; & à cet égard, il faudroit encore établir une regle générale, ce que l'on n'a pas fait juſqu'ici; car quand on dit que la marée eſt à 6 heures, on ne ſait pas ordinairement ſi c'eſt celle du matin ou celle du ſoir.

247. L'Etabliſſement du Port doit donc marquer le temps vrai de la marée qui ſuit le midi, en ſuppoſant que la nouvelle lune eſt arrivée à midi. Suppoſons qu'elle n'arrive qu'à 6 heures du ſoir; la lune aura été à midi plus occidentale, & aura paſſé au méridien plutôt que le ſoleil, d'environ 12′; la marée ſera donc arrivée 12′ plutôt. Ainſi il faut ôter de l'heure de la Table, ou de l'établiſſement du Port, un nombre de minutes double du nombre des heures qui ſe ſont écoulées depuis midi juſqu'à la ſyzygie, pour avoir exactement l'heure de la marée, ou les ajouter, ſi la phaſe eſt arrivée avant midi.

Par exemple, l'établiſſement du Port à Dunkerque eſt $11^h\,54'$; ſuppoſons que la pleine lune ſoit arrivée à $5^h\,16'$ du ſoir, il faudra ôter 10 minutes & demie, & l'on aura $11^h\,43'\frac{1}{2}$ pour l'heure de la marée ce jour-là.

Ce réſultat s'accorde avec celui de M. Caſſini (*Mém. de l'Acad.* 1710, pag. 337 & 367); mais c'eſt parce que l'heure de la marée eſt fort près de midi à Dunkerque. Dans les autres cas il y a néceſſairement une différence, parce qu'il ſuppoſe que la ſyzygie arrive à l'heure même de la pleine mer, & que je la ſuppoſe à midi.

M. Caſſini ſuit la même regle dans les Mémoires de l'Académie pour 1712, pag. 89, & 1713, pag. 15. Elle a été ſuivie également par M. Benoulli, pag. 118; mais ſi l'on adoptoit cette méthode, chacun des nombres de la Table ſuppoſeroit une heure différente pour la nouvelle lune du même jour; cependant la marée qui arrive à $3^h\frac{1}{2}$ à Breſt, & celle qui arrive à $9^h\frac{1}{2}$ au Havre, ſont une ſuite de la même marée, produite par la même phaſe de la lune; il n'eſt donc pas naturel de ſuppoſer pour la premiere, que la nouvelle lune eſt arrivée plutôt que pour la ſeconde.

Il y a ſur les côtes de France des Ports où l'on compte l'établiſſement, c'eſt-à-dire, l'heure de la marée ſur le flot qui arrive le matin au jour de la ſyzygie; mais dans d'autres, on compte l'heure de la marée du ſoir. Si l'on ſuppoſe la nouvelle lune à l'heure de la pleine mer, on ne pourra comparer l'heure d'un Port à celle

d'un autre, qu'en faiſant une réduction de l'heure de la nouvelle lune, d'un Port à l'autre ; au lieu que ſi l'on ſuppoſe toujours la nouvelle lune à midi, l'on n'aura point de réduction à faire ; la différence des établiſſemens ſera auſſi le temps que la marée emploie à aller d'un endroit à l'autre.

Les Habitans des Ports ne diſcutent pas ſans doute ce petit degré de préciſion ; cependant il me paroît naturel de croire que les Marins qui ont obſervé avec plus d'attention l'heure du flot le jour de la nouvelle lune, un peu plutôt ou peu plus tard, ſuivant que la nouvelle lune étoit arrivée le ſoir ou le matin, ont pris pour l'heure la plus fixe celle qui s'obſervoit quand la nouvelle lune tenoit le milieu, ou qu'elle n'étoit ni le matin, ni le ſoir ; c'eſt-à-dire, quand la nouvelle lune arrivoit à midi, & c'eſt ce que M. Bernoulli lui-même paroît indiquer (pag. 128). Il ajoute encore, que lorſqu'il eſt queſtion d'un certain jour, il en faut prendre le milieu, c'eſt-à-dire l'heure du midi, afin que les différences ſe détruiſent ou ſe compenſent les unes & les autres (pag. 129).

La différence n'eſt pas ſenſible à Dunkerque, où la marée arrive vers midi, on y trouvera le même réſultat par les deux méthodes ; mais à Saint-Malo, où la marée arrive à 6^h, il y auroit 9 à 10′ de différence entre l'établiſſement calculé, ſuivant les deux méthodes ; car c'eſt le paſſage unique de la lune au méridien, par exemple, à midi, qui produit une marée à $3^h\frac{1}{4}$ à Breſt, à $9^h\frac{1}{2}$ au Havre, & à $11^h\frac{1}{2}$ à Calais. Ce n'eſt pas la ſituation qu'aura la lune à $11^h\frac{1}{2}$, qui détermine la marée de Calais ; c'eſt donc au paſſage de la lune, arrivé vers midi, qu'on doit rapporter toutes ces marées différentes ; c'eſt donc auſſi à midi qu'il faut ſuppoſer le phénomene de la nouvelle lune, duquel dépendent les marées différentes, qui ſe ſuccédent le long des mêmes côtes.

Il paroît que c'eſt auſſi dans ce ſens-là qu'on l'a toujours entendu, puiſque dans la *Connoiſſance des Temps*, Ouvrage deſtiné aux Navigateurs, on a toujours preſcrit d'ajouter l'heure du Port, avec le paſſage de la lune au méridien,

pour avoir le temps vrai de la pleine mer qui ſuit ce paſſage. Cela ſuppoſe que l'heure du Port eſt auſſi celle de la pleine mer, quand le paſſage au méridien eſt $0^h\ 0'$, ce qui n'a lieu que quand la nouvelle lune arrive à midi.

Le même précepte ſe trouve dans les Elémens de Navigations de Robertſon, qui eſt le livre claſſique des Navigateurs Anglois (tom. I, pag. 374, tom. II, pag. 399, dans ceux de la Caille, édition de 1769, p. 178), quoique ces deux Auteurs ne s'expliquent pas aſſez pour qu'on puiſſe juger de la maniere dont ils ont conſidéré la difficulté qui nous occupe. M. Pingré dit poſitivement dans ſon Etat du Ciel pour 1754, pag. 179, que l'heure du Port eſt le nombre d'heures qui s'écoule entre le paſſage de la lune au méridien & la pleine mer.

La ſeconde méthode de M. Pingré, dans ſon Etat du Ciel pour 1757, pag. 211, revient encore au même; ainſi je crois qu'on doit entendre pour l'heure du Port le temps vrai de la pleine mer, quand la nouvelle lune eſt arrivée au moment du midi précédent.

Cependant M. l'Evêque, dans ſon excellent Ouvrage du *Guide du Navigateur*, publié à Nantes en 1779, paroît avoir ſuivi la méthode de M. Caſſini. Depuis la nouvelle lune arrivée à midi, juſqu'à la marée de S. Malo qui arrive à 6 heures, il y a $12'$ de retardement (ou 8, ſuivant la Table). M. l'Evêque, p. 574, preſcrit d'ajouter ces $8'$, & l'on auroit $6^h\ 8'$; mais il faut avoir $6^h\ 0'$ qui eſt l'établiſſement du Port; cela prouve donc qu'il ſuppoſe la nouvelle lune à l'heure de la pleine mer; alors le ſoleil eſt à 6^h du méridien, ainſi que la lune, & la marée eſt à 6 heures.

En effet, lui ayant demandé quel étoit l'uſage des Marins les plus inſtruits, & ſon avis particulier à ce ſujet; il s'explique ainſi dans ſa lettre du 20 Janvier 1780.

« L'heure de la haute mer, étant variable le jour même » de la ſyzygie, ſuivant que cette phaſe arrive à diffé- » rentes heures du jour, l'équation pour les autres ma- » rées, dépendant de leur diſtance à la ſyzygie, il me » paroît naturel de ſuppoſer le phénomene de compa-

» raiſon, c'eſt-à-dire l'heure de la marée de la ſyzygie, » coïncidente avec l'heure de la ſyzygie ; & je conclus » qu'on doit entendre par ce mot *Établiſſement d'un Port*, » l'heure de la pleine mer dans ce port, qui arrive dans » l'inſtant même de la ſyzygie. Ainſi le ſeul cas où il n'y » ait rien à ajouter à l'heure de l'établiſſement, c'eſt-à- » dire, le ſeul cas où l'équation ſoit zéro, c'eſt lorſque » l'heure de la ſyzygie coïncide avec l'heure de la haute » mer... L'équation qu'on doit employer pour trouver » les autres marées, doit avoir pour argument, la diſtance » de cette marée à celle dont il s'agit ; c'eſt ce qui n'au- » roit pas lieu avec préciſion en ſuppoſant toujours la ſy- » zygie à midi... Au reſte, les marins n'ont aucune pra- » tique raiſonnée à cet égard ; ainſi vous devez déterminer » l'uſage, en prenant un parti dans votre grand Traité des » marées ».

J'obſerve ſur cette lettre que l'équation des marées ſemble devoir être plutôt rapportée à l'heure fixe du midi qu'à l'heure inconſtante de la marée ; & que les différentes marées du mois retardant avec les paſſages de la lune au méridien, il eſt plus naturel de partir du paſſage arrivé à $0^h\ 0'$, ou à midi, que d'un paſſage arrivé quelques minutes plutôt ou plus tard, & qui ſera différent dans différens ports.

Ainſi je propoſe aux obſervateurs de ſe régler à l'avenir ſur la nouvelle lune qui arrive à midi, & d'indiquer l'heure de la premiere marée qui ſuit, pour l'établiſſement du port.

247. Juſqu'ici ces temps ont été déterminés aſſez groſſiérement, pour qu'on ne puiſſe pas dire quelle a été l'intention de ceux qui ont rapporté les nombres dont notre Table eſt compoſée ; mais puiſque nous diſcutons cet article, & que nous eſpérons diriger un peu plus vers cet objet l'attention des Obſervateurs, il eſt temps d'établir une regle ; & il ſemble que c'eſt celle qu'on vient de voir, à laquelle il eſt naturel de s'arrêter.

Dans ce cas, il faut changer l'établiſſement du Port à Breſt, que M. Caſſini avoit fixé à $3^h\ 28'$, & l'augmenter

de 7′ ; car quand la syzygie arrive à midi, la lune passe 7′ plus tard au méridien, que quand elle arrive $3^{h}\frac{1}{2}$ après midi, & la marée arrive parconséquent plus tard, puisqu'elle dépend du passage au méridien. Peut-être cette considération pourroit expliquer une partie des différences qui se trouvent entre les nombres de la Table suivante, employés dans différens ouvrages ; mais la majeure partie de ces variantes, vient sans doute de l'imperfection des Observations.

248. Si l'on veut avoir l'heure de la marée avec exactitude, en supposant l'établissement bien connu, il faut prendre dans une Ephéméride le passage de la lune au méridien pour Paris, le réduire au lieu donné (Astron. art. 1003), y ajouter l'établissement du Port, & y appliquer la correction de la Table (pag. 63), & l'on aura le temps vrai de la pleine mer.

Si l'on connoît le jour & l'heure de la syzygie, ou de la quadrature la plus prochaine, on employera la Table de la page 69.

C'est au passage de la lune par le méridien, ou à l'heure de la phase dont il s'agit, que je rapporte la marée ; car je pense, par les raisons exposées ci-dessus, que pour calculer la marée par la situation de la lune, il ne faut pas avoir égard à l'intervale écoulé depuis le passage au méridien jusqu'au moment de la pleine mer, ou à l'établissement, c'est-à-dire à la quantité du retardement total, parce que la mer, pendant tout ce temps-là, ne fait qu'obéir à l'impulsion reçue (art. 174). En effet, quand la lune est pleine au Havre, elle est basse à Brest ; ce n'est donc pas l'effet actuel de la lune qui l'éleve au Havre, c'est celui qui avoit lieu quand la lune passoit au méridien ; c'est donc à l'heure de ce passage qu'il faut calculer la situation de la lune (art. 75), en remontant même encore 36 heures plutôt, par la raison que nous avons expliquée (art. 60).

249. Lorsqu'on n'a point d'Ephéméride pour y prendre l'heure du passage de la lune au méridien, on peut y suppléer à-peu-près par le moyen des épactes.

On demande l'heure de la pleine mer dans la rade de Sainte Hélene en Angleterre le 7 Août 1715. On ajoutera l'épacte de cette année-là, 25, le nombre 6 des mois écoulés depuis le mois de Mars inclusivement ; & le nombre 16, qui est le quantieme du mois ; de la somme 47, on ôtera 30 jours, qui font un mois plein, & l'on aura 17 pour l'âge de la lune, c'est-à-dire, qu'il y a 2 jours depuis la pleine lune. On prendra donc deux fois 48′, ou 1ʰ 36′ ; on les ajoutera avec l'établissement des marées dans cette rade, qui est 10ʰ 30′ ; on ôtera les 12 heures, & l'on aura midi & 6′ pour l'heure de la pleine mer. Dans un petit *Manuel du Pilote* répandu dans les Ports, on trouve 60 Tables des marées pour les principaux lieu de l'Europe ; chaque lieu a une colonne de 15 lignes pour les jours de la lune ; & les 15 nombres correspondans, ne sont autre chose que l'Etablissement du Port, augmenté de 48′ pour le premier jour, ou le seizieme jour après la nouvelle lune, de 1ʰ 36′ pour le deuxieme jour ou le dix-septieme, & ainsi de suite ; ainsi la Table ci-jointe peut dispenser de toutes les autres, pourvu qu'on sache additionner les nombres qu'elle contient, avec ceux de la Table de l'établissement des marées dans tous les pays de la terre.

Jours de la lune.	Ajoutez.	Jours de la lune.
1	0ʰ 48′	16
2	1 36	17
3	2 24	18
5	3 12	19
5	4 0	20
6	4 48	21
7	5 36	22
8	6 24	23
9	7 12	24
10	8 0	25
11	8 48	26
12	9 36	27
13	10 24	28
14	11 12	29
15	0 0	30

250. L'épacte de 1780 est 23 ; celles des années suivantes sont aisées à trouver, en ajoutant toujours 11 ; & ôtant 30, excepté en 1786, & 1805, où il faudra ajouter 12, le nombre d'Or étant 1 dans ces années-là (voyez Astron. art. 1574).

ÉTABLISSEMENT

ÉTABLISSEMENT DU PORT,

OU

HEURE DE LA MARÉE

Dans les différens pays de la Terre.

CÔTES D'ESPAGNE ET DE PORTUGAL.

		Heu.	Min.
GIBRALTAR, ſuivant la Table de Robertſon	1772,	0	0
Cadix, ſuivant la Table qui eſt dans M. Saverien	1753,	1	30
Suivant l'Etat du Ciel	1754	0	0
Suivant M. de Fleurieu, Voyage de la Flore T. I, pag. 466		4	30
Suivant Robertſon,		4	30
Suivant la Table des marées imprimée vers 1743, & inſérée dans le petit Manuel des Pilotes,		2	0
Suivant vingt-quatre Obſervations que j'ai reçues de Cadix, faites en 1773 par M. Toſigno,		1	10
La hauteur des grandes marées y eſt de 10 à 11 pieds, excepté par les vents de l'équinoxe qui la font augmenter			
Suivant M. de Fleurieu, elle va juſqu'à 15 pieds; elle n'alla pas à 11 pieds dans la nouvelle lune périgée de l'équinoxe d'automne 1773, mais le vent étoit à l'Eſt.			
Port de Caraque, rade de Pontal, chenal de Trocadero près de Cadix, ſuivant M. de Fleurieu, 2 Mars	1769	3	0
Sur toute la côte juſqu'au Cap Sainte-Marie	1753	1	30
San-Lucar de Barameda	1754	1	45
Palos & Guelva	1754	0	45
Lepe, Aymonte en Andalouſie, Tavilla; 1754, & la Table		1	30
Faras ou Farao	1754	2	15
Rade de Faras	1753	2	30
Cap Saint-Vincent, ſuivant la Table des marées citée ci-deſſus		3	0

		Heu.	Min.
Setuval	1753	4	15
	1754 & la Table	4	30
Lisbonne	1754	4	0
Suivant Robertſon		2	15
Suivant le Neptune Flamand, & ſuivant les Obſervations d'Euſébio da Veig S. Jeſu		2	30

Mais le ſecond & le troiſieme jour on obſerve une grande différence. Les grandes marées ſont de 10 pieds Anglois dans la partie étroite de l'embouchure du Port, mais de 5 pieds ſeulement ſur les côtes.

La marée eſt ſenſible dans le Tage, 13 pieds au-deſſus de Lisbonne & d'Alméida.

Riviere de Lisbonne	1753	3	30
Côtes occidentales des deux Royaumes, & côtes ſeptentrionales d'Eſpagne, juſqu'à la riviere de Montego	1753, 1754, Table des marées	3	0
Ports & Havres des deux Royaumes,	1754, Table des marées	3	45
Toute la côte, depuis la riviere de Lisbonne juſqu'à Rio-Minho	1753	3	0
Depuis Caminha juſqu'à Ribadeos, & ſur les côtes de Gallice	1753	3	45
Depuis Ribadeos juſqu'à Fontarabie	1753	3	0
Cap Coriane, Corunna, ou Groin, près du Cap Finiſtere,	Robertſon	3	0

Sur les Côtes d'Eſpagne, depuis le détroit de Gibraltar juſqu'au Cap Sainte-Marie, la mer monte de 10 pieds; juſqu'au Cap Finiſtere de 12 pieds, & delà juſqu'à Saint-Jean de Luz de 15 pieds.

CÔTES DE FRANCE.

Gaſcogne & Guyenne.

Sur toutes les côtes de Gaſcogne en général,	Ephém. 1701, Connoiſſance des Temps 1717, Saverien 1753, Etat du Ciel 1754, Connoiſſance des Temps 1759, M. de Fourcroy 1770	3	0
Saint-Jean-de-Luz, Mimiſſan, 15 lieues au Nord de Bayonne	1701, 1717, 1753, 1759, Robertſon,	3	30
	1754, & ſuivant la Table,	3	15

		Heu.	Min.
Bayonne	1701, 1717, 1753, 1759, Robertſon & Mém. Acad. 1710, pag. 383,	3	30
	1754, & la Table	3	45
Embouchure de la Garonne	1701, 1717, 1753, 1759	3	
	1754, & la Table	4	30
Bordeaux	1754	7	15
Suivant M. Lévêque, dans ſon Guide du Navigateur, entrée de la riviere $3^h\,0'$, ſous la Ville $3^h\,45'$, Robertſon		3	0*
Au Nord de la Tour de Cordouan, ſuivant la Table		4	30
Au Sud de la Tour de Cordouan	1754, & la Table	3	45
Royan	1717, 1753, 1754, 1759	3	45
Baſſin d'Arcaſſon	1754	3	45

Le long de toutes ces côtes la mer monte de 15 pieds, ainſi qu'à Bordeaux & Bayonne; dans la Garonne, l'élévation eſt ſenſible juſqu'à Langon, & même environ 4 lieues plus haut, à la Reole, 10 lieues au-deſſus de Bordeaux; du moins dans les grandes marées du mois d'Août.

AUNIX ET POITOU.

Sur toutes les côtes de ces Provinces en général,	1701, 1717, 1753, 1754, 1759	3	
La Rochelle	1701, 1717, 1753, 1754, 1759, Robertſon	3	45
	Suivant la Table	3	0
Brouage	1701, 1717, 1753, 1754, 1759, & ſuivant la Table	3	45
Embouchures de la Seudre & de la Charente	1753	3	45
Rochefort,	1701, 1717, 1753, 1754, 1759, Robertſon	4	15
	Suivant la Table	3	30
Ile de Ré	1701, 1717, 1753, 1759, Robertſon	3	0
	1754, & la Table	3	15
Pertuis d'Antioche & Pertuis Breton	1753 & 1754	3	
	Suiv. la Table	3	30

* Le 18 Octobre 1773, à $8^h\,\frac{3}{4}$ du matin, je voyois à Bordeaux la mer étale, & les vaiſſeaux commençoient à tourner la proue au Midi ou à la Ville; mais la lune avoit paſſé au méridien à $2^h\,53'$, donc 6 heures après le paſſage de la lune la mer commence à redeſcendre.

Suivant les Obſervations de M. Ducheſne, c'eſt à $2^h\,25'$ que la mer commence à monter, & à $6^h\,55'$ qu'elle eſt pleine.

Les marées en Décembre & Janvier, montent d'un ou deux pieds plus qu'en Juin.

		Heu.	Min.
Ollone	1754	3	30
	1701, 1717, 1753, 1759	3	15
	Robertſon	3	45
Iſle-Dieu	1753, & la Table	3	
Beauvoir, vis-à-vis de l'île de Noirmouſtier	1701, 1717, 1753, 1759	3	15
	1754, & la Table	3	30
Au Chapus	1754, & la Table	3	30

La mer monte ſur toues ces côtes de 18 pieds, ſuivant M. Pingré; & cela eſt conforme à ce qu'on a vu dans les Obſervations que j'ai rapportées de l'embouchure de la Charente.

Mais ſuivant M. Bélidor, ſur toutes ces côtes, ainſi qu'à la Rochelle, & aux Rades de l'île de Ré, & de Chef-de-Bois, la mer monte de 15 pieds.

BRETAGNE.

Côtes méridionales de Bretagne, 1753, 1754, & ſuivant la Table des marées		3	0

Cela a lieu depuis le Raz excluſivement juſqu'à la pointe de Minden inclusivement.

Ile de Noirmouſtier	1754	3	15
Bourgneuf	1754	4	
Embouchure de la Loire	1701, 1717, 1759, Robertſon	3	0
	1753	3	15
	1754, & la Table	3	45
Pain-Beuf	1753	5	15
	1754	5	
Nantes	Bélidor	3	45
	Robertſon	3	0
Suivant M. Lévêque, Profeſſeur d'hydrographie à Nantes, entrée de la riviere		3	45
Sous la Ville		6	0
Le Croiſic	1717, 1753, 1759	3	0
	1754	3	45
	Dans la Table des marées	3	30
La Bonne-Ance	1753	3	15
La Roche-Bernard	1701, 1717, 1753, 1754, 1759	4	30
Port Blanc	1701, 1717, 1753, 1754, 1759	4	15
Embouchure de la Villaine	1754	3	45
Pennerf	1717, 1753, 1759	3	45

		Heu.	Min.
Le Morbihan	1717, 1753, 1759, & la Table	3	
	1754	3	45
Vannes	1701, 1717, 1753, 1759, la Table & Robertſon	3	45
	1754	1	45
Auray	1717, 1753, 1754, 1759	3	45
Belle-Iſle	1701, 1717, 1753, 1759, Robertſon	3	30
	(1759)	1	30
	1754, par erreur, (voy. art. 244)	1	45
Suivant l'aſſemblée des Pilotes que j'ai conſultés		3	36
Ile de Groix	1754	1	45
L'Orient, (*Mém. de l'Acad.* 1720, pag. 358).		3	30
La marée va juſqu'à 16 pieds dans les ſyzygies périgées, p. 357, (voy. art. 157).			
Port-Louis, ou Blavet	1717, 1753, 1759, Robertſon	3	
	1754, & la Table	4	
Concarneau	1717, 1753, 1759, & Robertſon	3	0
	1754, & la Table	3	45
Benaudet	1754, & la Table	3	30
Penmark, Hodierne	1717, 1753, 1759	2	15
	1754	3	
	Suivant la Table des marées	3	30
Raz de Fontenay	1717, 1753, 1759	2	15
	1754, & la Table	4	
Baye de Breſt	1754, & ſuivant la Table	3	30
Port & rade de Breſt *	(*Mém. de l'Ac.* 1714, p. 248).	3	28
	Suivant l'article 247 ci-deſſus	3	37
	1701, 1717	2	45
	1753, 1759	3	15
	1754, la Table des marées & Robertſon	3	45
Rade de Berthéaume	1753	3	
Paſſage de l'Iroiſe	1753	3	45
Dans l'Iroiſe	1754, & ſuivant la Table	4	15
Conquet	1717, 1753, 1759, & Robertſon	2	15
	1754	3	
Cap du Four	1701, 1717, 1753, 1759	2	45
Paſſage du Four, entre la Bretagne & l'île d'Oueſſant	1754	4	
Entre Oueſſant & Terre-ferme	1753	3	45

* Dans les Mémoires de l'Académie de 1712 & 1713, M. Caſſini trouvoit 3^h 45′; mais on reconnut que le cadran ſolaire dont on s'étoit ſervi, avançoit de 17′. (*Mém. de l'Acad.* 1714, pag. 248).

		Heu.	Min.
Ile d'Oueſſant, en Anglois *Ushant*,	Robertſon	4	30
En-dehors d'Oueſſant en mer	1754	4	30
Porſal	1754	5	
Abreverak, côte ſeptentrionale de Bretagne	1753	3	30
	Robertſon	4	30
Ile de Bas, près S. Paul de Léon	1753	3	15
	1754, & ſuiv. la Table	5	15
	Robertſon	3	45
Saint-Paul de Léon	1701, 1717, 1753, 1759, Robertſon	4	
	1754, & ſuivant la Table	5	15
Morlaix, l'embouchure de la riviere	1753	4	
	1754, & ſuivant la Table	5	15
Les ſept îles, au Nord de Treguier	1753	5	
Treguier	1754	5	30
Iles de Brehat	1753	5	
	1754, & ſuiv. la Table	6	
Rade de la Frenaye, près Saint-Caſt, entre Saint-Brieu & Saint-Malo	1754	6	
Saint-Malo, Cancale, (voyez art. 163) 1701, 1717, 1753, 1754, 1759, Robertſon		6	

La mer monte de 18 pieds ſur les côtes méridionales de Bretagne, depuis l'embouchure de la Loire juſqu'au Raz de Fontenay, dans l'Iroiſe & au paſſage du Four; de 20 pieds dans les rades de Douarnenez & de Bertheaume; de 25 pieds à l'île de Bas; de 30 pieds au ſept îles; de 45 pieds à Brehat, Saint-Malo & Cancale.

Les marées de Saint-Malo paroiſſent être les plus grandes qu'on ait obſervées dans aucun pays du monde, on aſſure qu'elles vont juſqu'à 50 pieds (art. 163).

NORMANDIE.

		Heur.	Min.
Mont Saint-Michel, Pontorſon	1701, 1717, 1753, 1754, 1759	6	30
Granville	Robertſon	7	0
	1701, 1717, 1753, 1759	6	45
	1754	6	30
	1754, & ſuiv. la Tab. des mar.	6	
Barneville	1701, 1717, 1753, 1759	7	
Caskets, dans l'île de Greneſey, ou Guernſey, comme			

			Heu.	Min.
l'appellent les Anglois,		Robertſon	8	15
Ile de Greneſey.		Robertſon	1	30
Ile de Greneſey & d'Aurigny		1754	9	30
Ile d'Alderney ; lat. 49° 48′, long. 15° 34′		Robertſon	12	0
Ance de Vauville		1753	6	30
Dans le Raz de Blanchart, entre le Cap de la Hague & l'iſle d'Aurigny		1754	12	45
		Robertſon	0	0
Anſe de Saint-Martin, à l'Orient du Cap de la Hague		1753	6	45
Cap de la Hague, ou de la Hougue		1754	12	30
Cherbourg	1701, 1717, 1753, 1759,	Robertſon	7	30
	1754, & ſuivant la Table		7	45
Au large de Cherbourg		1754	10	15
Barfleur	1701, 1707, 1753, 1759	Robertſon	7	30
	1754, & ſuivant la Table		10	30
La Hougue, au midi de Barfleur	1753		8	15
	1754, & la Table		8	0
Au large de la Hougue	1754, & la Table		10	30
Iſigny	1701, 1717, 1753, 1759		8	
	1754, & ſuivant la Table		10	
Port en Beſſin, au Nord de Bayeux	1717, 1753, 1754, 1759		8	0
Etrehan	1701, 1717, 1753, 1759		8	30
	1754, & ſuivant la Table		10	
Dive	1701, 1717, 1753, 1759		8	30
	1754		9	
Caën, embouchure de la Seine, le Havre,	1701, 1717, 1753, 1754, 1759			
	Suivant la Table & ſuivant	Robertſon	9	0
Le Havre 9h 26′ du matin (*Mém. Ac.* 1710) ; mais ſuivant ma maniere de compter (art. 246) c'eſt 9h 40′ du ſoir (art. 165).				
Quillebeuf, ſur la Seine		1754	10	30
Rouen	1701, 1717, 1753, 1754, 1759,	Robertſon	1	15
	Table des marées		2	15
	Voyez art. 150			
Honfleur	1701, 1717, &	Robertſon	9	
	1754, & ſuivant la Table		9	15
Toute la côte, depuis la Hougue juſqu'au Cap de Caux		1753	9	

		Heu.	Min.
Feſcamp, Saint-Valery en Caux,	1701, 1017, 1753, 1759	9	45
	1754, & ſuivant la Table	10	
Dieppe	1701, 1717, 1753, 1759, Robertſon	10	30
	1754, & ſuivant la Table	10	15
Treport, à l'Orient de Dieppe, en Normandie	1701, 1717, 1753, 1754, 1759, & ſuivant la Table	10	30

La mer monte de 36 à 40 pieds à Granville, au Mont Saint-Michel & aux îles Angloiſes ; de 18 pieds depuis la Hougue juſqu'au chef de Caux.

Ainſi depuis Breſt juſqu'au Mont Saint-Michel, la hauteur augmente de 8 pouces par lieue.

PICARDIE.

		Heur.	Min.
Côtes depuis Tréport en Normandie, juſqu'à Ambleteuſe	1753	11	
	1754	10	30
A l'entrée de la Somme, ſuivant la Table		10	30
	1701, Robertſon	11	0
	1754	10	3
Saint-Valery en Somme, Etaples, l'embouchure de la Canche, ſuivant la Table		10	45
Suivant Robertſon, Saint-Valery		10	30
Etaples		11	0
Boulogne	1701, 1717, 1753, 1759, 1770	11	
	1754, & ſuiv. la Table des marées	10	45
	Robertſon (voyez art. 174).	10	30
Ambleteuſe	1701, 1717, 1753, 1754, 1759, ſuivant la Table des marées	11	0
Calais	1701, 1717, 1753, 1754, 1759, ſuivant la Table des marées & Robertſon	11	30
	1770	11	45
	Par les calculs de M. de Fourcroy (art. 175)	11	48

La mer monte de 15 pieds, depuis le chef de Caux juſqu'au pas de Calais. A Calais, la hauteur moyenne dans les ſyzygies eſt de 18 pieds & demi, & à Dunkerque 17 pieds & demi ; mais il y a juſqu'à 3 pieds & demi de plus dans des tempêtes extraordinaires.

FLANDRE,

FLANDRE.

		Heur.	Min.
Sur toutes les côtes près de terre	1754	12	0
Hors les bancs en mer, & dans le canal entre l'Angleterre & la Flandre	1753, 1754	3	0
Gravelines 1754, & suivant la Table des marées		11	30
	1770	11	45
	Robertson.	0	0
Dunkerque	*Mém. de l'Ac.* 1710, pag. 336	11	54
	1701, 1717, 1753, 1759	12	0
	Robertson	0	0
	1754, 1770, & suivant la Table des marées	11	45
	Suivant M. de Fourcroy (175)	11	48

J'ai expliqué ci-devant, la différence entre 0^h & 12^h quand il s'agit de calculer les deux marées d'un même jour : il paroît que M. Cassini, dans l'endroit cité, suppose que c'est à 11^h 48′ du matin ; suivant ma définition de l'Etablissement du Port, il faudroit y ajouter 18′ pour avoir la marée du soir, ou l'Etablissement du Port 12^h 5′ ; il précéderoit encore de 18′ le passage inférieur de la lune au méridien vers minuit.

Sur les côtes de Flandre, près de terre, suivant Bélidor, la mer monte de 18 pieds ; de même à Calais, & sur toute la côte, jusques, & compris le Texel, & de 15 pieds au large des bancs ; mais voyez ci-dessus des différences (art. 175, 179).

PAYS-BAS (voyez art. 166).

		Heur.	Min.
Ostende & Nieuport	1701, 1717, 1753, 1754, 1759 & Robertson	12	0
Lécluse (Sluis)	1701, 1717, 1759	12	30
	1754, & suiv. la Tab. des marées	12	0
Côtes & îles de Zéeland	1717, 1754, 1759	1	
Côtes de Jutland	1754	12	0
Flessingue, Vlissingen, ou Flushing	1701, 1717, 1754, & 1759	12	30
	Robertson	0	45
Anvers	1754	6	45
	Robertson	6	0
Armuyden	1754	1	45
Véere en Zelande	1754	1	30

		Heu.	Min.
Tervere	Robertſon	0	45
Veſt-Capel	1754	12	15
Brouvers-Haven	1754	3	30
Embouchure de la Meuſe, la Brille, Bergue	1701, 1717, 1759, & Robertſ.	1	30
	1754	1	45
La Brille	Suivant la Table des marées	3	30
	Suivant Robertſon	1	30
Devant la Meuſe	Suivant la Table des marées	1	45
Devant la vieille Meuſe	1754	3	
Dordrecht	1701, 1717, 1759, Robertſ.	3	
	1754, & la Table	4	30
Roterdam	1701, 1717, 1759, Robertſ.	3	
	Bélidor, & la Tab. des marées	3	45
	1754	4	45
Goërée	1754	2	15
Hors le Texel	1754	6	
Paſſage du Texel	1754	6	45
Rade des Marchands		7	30
Ile de Texel	Robertſon	7	30
Sur le Vlack de Vieringen	Table des marées	9	0
Près Medenblick	Bélidor, & la Tab. des marées	10	30
	1754	11	30
Enchuyſen	1754	11	45
	Robertſon	0	0
Sur les marées du Zuiderzée, voyez ci-devant (art. 107 & 182).			
Horn	1754	12	15
Amſteldam	1701, 1717, 1754, 1759, Robertſon	3	0
Haarlem	Robertſon	9	0
Urck	Table des marées	12	0
Sur le Wlak de Friſe	1754	9	30
Awreck & Delfzyl	1754	12	
Dans le paſſage de Vlie	1754	9	
Hors le Vlie	1754	8	15
Ile d'Ameland au Nord de la Friſe, 53° 30′ de latitude, île de Fly, 53° 16′.	Robertſon	7	30
Embden	1754	12	15
	Robertſon	0	0

La mer monte de 20 pieds le long de la côte hors le Texel; de 15 pieds en dedans du Texel, & dans la rade des Marchands;

de 7 pieds à Amſteldam; de 15 pieds dans toutes les côtes de Hollande. On a vu ci-devant (art. 184), une Table plus détaillée pour la Friſe, & une Table pour les côtes de Hollande, où les marées paroiſſent plus petites que dans cette Table-ci.

ALLEMAGNE.

		Heur.	Min.
Hambourg	1754	6	15
	Robertſon	6	0
Devant le Weſer, & à l'embouchure de l'Elbe	1754	12	0
	Robertſon	0	0
Bremen ſur le Weſer	1754	5	45
	Robertſon	6	0
Bréeſound, banc, lat. 53° 12′, longit. 22° 50′,	Robertſon	4	30
Camfer, banc, lat. 53° 33′, long. 23° 5′,	Robertſon	1	30
Dans le Jade	1754	12	45
Entrée orientale de l'Embs, près de l'île de Rottum	1754	10	45
	Table des marées	10	30
Entrée occidentale entre l'île de Borcum & l'île de Juyſt	1754	9	0
	Table des marées	9	45

DANNEMARCK.

Suyderzée, ou Suyderſyd	1754	1	30
Canal de Sylt	1754	12	15
Dans l'Eider	1754	12	30
Ile d'Anholt dans le détroit du Sund, latit. 56° 40′, long. 29° 35′	Robertſon	0	0

La mer monte de 15 pieds en Allemagne, & Dannemarck juſqu'à la pointe de Scangen.

Voyez ci-après la Laponie & l'Iſlande.

A l'égard de la mer Baltique (voy. art. 150, 151).

ANGLETERRE.

Sur la côte d'Angleterre au Nord-Eſt, près du golfe d'Edimbourg, entrée de la riviere de Tyne *	1754	3	45
	Suiv. la Table	3	15

* Je crois que c'eſt celle qui eſt appellée *Tive*, & *Rive* dans quelques Ouvrages.

		Heur.	Min.
Ardbrod	1717, 1754	3	0
Berwick, ſur la côte orientale	1701, 1717, 1759	3	0
	1754, & ſuivant la Table	3	45
	Robertſon	2	30
Ile de Cocket, lat. 55° 20′, long. 16° 10′	Robertſon	3	0
Tinmouth	Robertſon	3	0
Newcaſte	1701, 1717, 1759	3	
	1754, & Robertſon	3	15
	Suivant la Table	5	15
Sunderland	Robertſon	3	30
Hartlepool, & dans le Tées	1754, & ſuivant la Table	3	15
	Robertſon	3	0
Whittby	Robertſon	3	0
Stockton	Robertſon	5	15
Scarborough-Head	1754	4	15
	Robertſon	3	45
Flamborough	1754	4	30
	Robertſon	4	0
Baie de Bridlington	Robertſon	3	45
Hull	1754, & Robertſon	6	0
Spurn	Robertſon	5	15
Entrée de la riviere de Humber	1754	5	15
	Robertſon	5	13
Lynn dans le Havre de Boſton	1754, & la Table	6	45
	Robertſon	6	0
Wells	Robertſon	6	0
Blackney	1754	6	45
	Suivant la Table	6	15
	Robertſon	6	0
Foulneſſ	Robertſon	6	45
Cromer	1754	8	45
	Robertſon	7	0
Wintertoneſſ	Robertſon	9	0
Devant Yarmouth, à l'orient de la Province de Norfolk, hors les bancs	1754, la Table, Robertſon	9	15
Rade d'Yarmouth, à l'orient de la Province de Norfolk	1759	10	30
Havre d'Yarmouth	1701, 1717	1	30
	1770	1	0
	1754, 1759, & la Table*	10	30

* Il y a lieu de croire qu'on a fait dans ce dernier nombre une confuſion

		Heur.	Min.
Léoſtaff, ou Leyſtaff,	Suivant la Table	10	30
	Robertſon	9	45
Orford	1754	10	45
Orfordneſſ, ou cap d'Orford	Robertſon	9	45
Aldborough, entre Orfort & Harwich	Robertſon	9	45
Harwich	1754	10	45
	1770, & Robertſon	11	15
Longſand-Héad, à l'entrée de la Tamiſe,	Robertſon	10	30
Margate, au Midi des entrées de la Tamiſe, vers le Nord Foreland	Robertſon	11	15
Depuis Yarmouth juſqu'à la Tamiſe, le long de la côte	1753	10	
Entrée de la Tamiſe	1701, 1717, 1753, 1759,	12	
	1754, 1770, & la Table	1	30
Banc de Swin, à l'entrée de la Tamiſe		12	0
Voyez ſur les marées de la Tamiſe, des Obſervations dans les Tranſactions Philoſophiques de 1726, n°. 393, art. 4.			
Nore dans la Tamiſe	Robertſon	0	0
Shéerneſſ	Robertſon	0	0
Rocheſter	Robertſon	0	45
Graveſend dans la Tamiſe	Robertſon	1	30
Londres	1754, 1770, la Table, Robertſon, & les Tranſ. Phil. de 1668, n°. 34.	3	0
On publioit dans les Tranſactions Philoſoph. de 1682, 1688, des Tables qui annonçoient la marée pour tous les jours de l'année.			
Downs	Robertſon	1	15
North-Foreland, cap le plus avancé au Midi	1717, 1754, 1759	11	30
	Robertſon	9	45
Sandwich	1717, 1754, 1759, la Tab. & Robertſon	11	30
Rade des Dunes, ou aux Dunes	1753	11	
	1754, & la Table	10	45
	1770	10	30
Douvres, en Anglois Dover, vis-à-vis de Calais, côte			

entre cet Yarmouth & celui de l'île de Wight, où il y a 10h 30', comme on le verra ci-après.

		Heu.	Min.
méridionale d'Angleterre	1701, 1717, 1759, Robert.	11	30
	1753	12	
	1754, & ſuivant la Table	11	45
	1770	10	30
Dungeneſſ, ou pointe des Dunes	Robertſon	9	45
Winchelſea	Robertſon	0	45
La Rye, & Haſting	1701, 1717, 1759	11	
	1754	11	30
Rye	Suivant la Table	12	30
	Suivant Robertſon	11	15
Pevenſay	1717, 1759	11	0
Cap Beveſter, ou Béachy-Héad, & Newhaven	1754	12	0
Béachy Héad	Robertſon	0	0
Brilhelmſton, ou Bright Hélimſton & Shoreham	1717, 1759	10	45
	Robertſon	10	30
Arundel	1754	12	45
Sur les bancs de Wéenbrug	1754	10	30
Rade de Sainte-Hélene, ou de Portsmouht, & au Nord de l'île de Wight, ou Wicht	1717, 1753, 1754, 1759, 1770	10	30
Portsmouth	1701, 1717, 1759	10	30
	1753	11	
	1754, & ſuivant la Table	11	45
	1770 & Robertſon, qui avoit profeſſé à Portsmouth	11	15
Ile de Wight	Robertſon	0	0
	1717, 1759	9	0
Southampton, au Nord de l'île de Wight, & de la rade de Spithead	1753	11	0
	1754 & la Table	12	0
	Robertſon	0	0
Toute la côte, depuis Douvre juſqu'à l'île de Wight	1753	11	30
Sous le ſignal, à l'Eſt de l'île de Wight	1754, & la Table	9	15
Yarmouth, dans l'île de Wight	1717, 1753, 1759	10	30
Aux aiguilles de l'île de Wight	1753	9	15
	1754, & la Table	9	
Dunnoſe, dans l'île de Wight	Robertſon	9	45
Needles, dans l'île de Wight	Robertſon	10	15
Havre de Pool, ou de la Pole	1754, & la Table	9	15

		Heu.	Min.
Weymouth	Robertſon	7	0
	1717, 1759	8	0
	1753	8	30
	1754, & la Table	9	0
	1770	6	4
Raz de Portland	1717, 1759	8	0
	Robertſon	8	15
	1753	8	30
	1754, & la Table	8	45
Le long de la côte, depuis l'île de Wight juſqu'à Portland	1753	9	
Lime	1717, 1759	8	0
	Robertſon	7	0
Topsham, près d'Exeter	Robertſon	6	0
Exmouth	1753	5	15
	1754, & la Table	5	30
Torbay	1753, 1754, la Table & Robertſon	5	15
	1770	6	
Côtes près le cap Gouſtard, ou Start-point	1753	7	
Darmouth	1701, 1717, 1759	6	
	1753	5	45
	1754, & la Table	5	15
	Robertſon	6	30
Start-point, ou cap Gouſtard	Robertſon	6	45
Edyſtone	Robertſon	5	30
Plymouth	1701, 1717, 1759, Rober.	6	
	1753	5	45
	1754, 1770, & la Table	5	15
Fowey, (on écrit auſſi Fawie, Faye & Fauvie)	1717, 1759	5	30
	1753	5	45
	1754, la Table & Robert.	5	15
Falmouth, au Nord du cap Lézard	1701, 1717, 1753, 1759, Robertſon	5	30
	1754, & la Table	6	
Helford	1753	7	0
Cap Lizard, ou Lézard	Robertſon	7	30
Mount's-Bay, ou baie de Saint-Michel	1717, 1753, 1759, & Robertſon	5	30
	1754	4	45

		Heu.	Min.
Entrée de la Manche d'Angleterre	1753	3	
Land's-end, cap vis-à-vis des Sorlingues, au Sud-Oueſt de l'Angleterre	Robertſon	7	30
Iles Scilly, ou les Sorlingues	1754, & la Table	4	30
	1770, & Robertſon	3	45
Les ſept îles, Seven Stones	Robertſon	4	30
Baie de Saint-Yves, au Nord du cap Cornwall	1753	4	30
	1754, & la Table	4	45
Toute la côte, depuis le cap Cornwall & l'extrêmité de l'Angleterre, juſqu'à la pointe de Hartland	1753, Bélidor & la Table	4	30
	1754	4	45
Padeſtow	1753, 1754	4	30
	Bélidor & la Table	4	45

Les lieux où la mer eſt haute à la même heure en Angleterre & en France, ſont Nord & Sud.

Canal ou Manche de Briſtol, ou de Saint-George, à l'occident de l'Angleterre.

		Heur.	Min.
Ile Lundy, ou Lundey, entrée du canal de Briſtol	1754	5	0
	Robertſon	5	15
	Suivant la Table	6	0
Beddifort	1754	6	30
	Suivant la Table	5	30
Hilfercambe, ou Ilfracomb	1753	5	30
	Suivant la Table	5	45
Rade de Briſtol	1753	6	15
	1754, & la Table	6	45
Briſtol	1701, 1717, 1759, 1770, Robertſon	6	45
On trouve dans les Tranſactions Philoſophiques de 1668, des Obſervations faites à Hong-Road, près de Briſtol, par Sturmy, ou Sturmius.			
Embouchure du Sévern, au-deſſous de Gloceſter	1717, 1753, & Robertſon	6	0
Rade de Cardif, au Nord du canal	1753	6	15
Cardif, dans le pays de Glamorgan	1753	6	
	1754 & la Table	6	15

Caermarthen,

		Heu.	Min.
Caermarthen, ou Carmarten, dans la riviere de Toury			
	1753	6	
	1754, & la Table	5	45
Ile Caldy, au Midi de Pembroke	Robertſon	5	15
Milfort, ſur la côte occidentale d'Angleterre			
	1717, 1759	6	
	1753	5	45
	1754 & la Table	5	30
	Robertſon	5	15
Baie, entre l'île Scarline & la pointe Saint-David	1753	5	45
Saint-David, extrêmité occidentale de l'Angleterre			
	1717, 1759, & Robertſon	6	
	1754, & la Table	5	45
Holy-Héad, cap de l'île d'Angleſey, au Nord-Oueſt d'Angleterre	Robertſon	1	30
Caernarvan	1754, & la Table	7	0
Leverpool, ou Liverpool, à l'embouchure du Merſey, dans la mer d'Irlande	Robertſon	11	15

La mer monte de 20 pieds aux Sorlingues, à l'Oueſt de l'Angleterre juſqu'au cap Lézard; de 24 pieds le long de la côte, depuis le cap Lézard juſqu'au cap Gouſtard, & depuis Portland juſqu'à l'île de Wight; de 16 pieds ſeulement le long de la côte vers les Dunes; de 12 pieds dans la rade des Dunes, & depuis l'île Tanet juſques devant la Tamiſe; de 15 pieds depuis l'entrée de la Tamiſe juſques devant Yarmouth & la pointe de Winterton; de 18 pieds au Nord d'Yarmouth, depuis la pointe de Winterton juſqu'à celle de Trimyng-Kampton, & aux entrées des rivieres de Tay, près de Perth, & de Tyne près de Newcaſtle.

ECOSSE, *& îles voiſines.*

Iles Shetland, lat. 59° 54′, long. 16° 4′	Robertſon	3	0
	1754	1	45
	Table des marées	1	30
Iles Orcades, Orkney, latit. 58° 44′, & 59° 24, long. 14° ¼	Robertſon	3	0
	1754	2	0
	Table des marées	2	45
Sur les marées des îles qui ſont à l'Oueſt de l'Ecoſſe, (voyez M. Moray, Tranſ. Philoſ. 1665 & 1673, Collection Académique, tom. VI, pag. 1).			
Ile Lewes, pointe Nord, latitude 58° 35′, longitude 10° 58′	Robertſon	6	30

		Heur.	Min.
Ile de Sky, lat. 57° 15′, longit. 11° 29′	Robertſon	5	30
A l'Oueſt de l'Ecoſſe	1717, 1754, 1759	3	0
Ile Féro	1754	12	30
	Table des marées	12	0
Cathneſſ. Point, ou Dinnet-Héat, latit. 58° 46′, long. 14° 18′	Robertſon	9	0
Aberdéene, ou Birden, Berdone	1754	3	15
	Table des marées	3	0
	Robertſon	0	45
Dundée, dans le golfe du Tay, & Saint-Andrew	Robertſon	2	15
Boecheneſſ, ou Boecheneff, ou Buchaneſſ	1754	3	45
	Tab. des mar.	3	15
	Robertſon	3	0
Entrée de la riviere d'Edimbourg	1754	3	30
	Table des marées	3	45
Edimbourg, ou Edinburgh	1754, & Robertſon	4	30
Leith, près d'Edimbourg	1770	12	
	Robertſon	4	30
Dunbar, au-dehors de la riviere	Robertſon	2	30

Les marées ſont de 18 pieds le long des côtes d'Ecoſſe & aux îles Orcades.

IRLANDE, *& îles adjacentes.*

Dublin, à la partie orientale de l'Ecoſſe	1717, 1759, Robertſon	9	15
	1753, 1754	9	0
	Molineux (Philoſ. Tranſ. 1686, nº. 184).	11	0
Carlingfort	1754, & la Table	10	45
Strangfort	1754, & Robertſon	10	30
Knocfergus, ou Carickfergus	1754	10	15
Ile Raghlin	1754	7	15
	Suivant la Table	7	30
Côtes du Nord de l'Irlande	1753	6	30
Lac Foyle	1754	6	45
Ile Tory, lat. 55° 9′, long. 9° 5′	Robertſon	5	30
Belfaſt	Robertſon	10	0
Lac Willy	1654	6	30
Scheeps Haven, Havre des Brebis	1754	6	0
Ile d'Arran, lat. 54° 48′, long. 8° 36′	Robertſon	11	0
Dunghall, ou Dunnagall, à la côte occidentale	1754	4	30

		Heur.	Min.
Moyekniſal, Gallway, Endrigo	1754	4	15
Havres, rivieres, & toute la côte à l'Oueſt de l'Irlande	1717, 1754, 1759, & la Table	3	45
	1753	4	
Havre de Smirwich, ou Smerick	1754	3	15
Iles Blaſques	1753	3	
Portniſadoy	Bélidor	5	
Baie de Béterbuy & de Dingle	1754	4	30
Dingle	1701, 1717, 1753, 1759	3	30
Dans la baie de Dingle	Suivant la Table	4	30
Dans la riviere de Limerick	1754	6	0
Baie de Kilmare	1754	4	45
Shillocks	Robertſon	5	0
Baie de Bantry, ou de Beer, au Midi de l'Irlande	1753	4	30
	1754, & la Table	5	15
Croock, près du cap Clare, ou Cléare	1754	4	30
Cap Cléare, & côtes méridionales d'Irlande	1754, Robertſon	4	30
Baltimore, lat. 51° 16', long. 8° 9'	1717, 1753, 1759	5	15
	1754	4	45
	Robertſon	4	30
Caſtelhaven, ou Caſtehavre	1753	5	15
Roſſ	1717, 1753, 1759	5	15
	1754, & la Table	5	0
Kingſale	1717, 1753, 1759, & Robertſon	5	15
	1754, & la Table	4	30
Corke	1717, 1759, Robertſon	6	30
	1753	5	15
	1754, & la Table	4	45
Lochul, ou Iochul	1754	4	45
Dungarvan, ou Dougarvan	1717, 1759	6	0
	1754, & la Table	5	0
	Robertſon	4	30
Youghhall	1717, 1753	6	0
	Robertſon	4	30
Waterford	1717, 1753, 1759, & Robertſon	6	30

		Heur.	Min.
Waterford	1754, & la Table	5	45
Balatec	1754	5	30
Le long de la côte juſqu'au cap Carnaroort	1753	6	30
Cap Carnaroort, ou Carnarot, à l'entrée méridionale du canal de Saint-George au Sud-Eſt de l'Irlande	1717, 1754, 1759	6	15
Côtes orientales d'Irlande, depuis Grenord juſqu'à l'île d'Alque	1754	10	30
Wicklow, au Midi de Dublin	1717, 1753, 1759	7	30
Ile Lambay	Robertſon	8	15
Ile de Man, entre l'Irlande, l'Ecoſſe & l'Angleterre	1754, Robertſon	9	0

La mer monte de 18 à 20 pieds ſur les côtes d'Irlande; de 18 pieds le long de la côte orientale de l'Irlande, depuis le Cap Carnaroort juſqu'à l'île de Raghlins, comme ſur les côtes occidentales d'Ecoſſe & d'Angleterre, depuis le Cap Cantir juſqu'à l'île d'Angleſey, entre $55\frac{1}{4}$ & $53\frac{1}{2}$ degrés de latitude.

SUR LES CÔTES DES ROYAUMES DU NORD.

Naze en Norvege, latitude 57° 50′, longitude 25° 7′	Robertſon	11	15
Sur la mer Baltique, voyez art. 151.			
Iſlande, Patrix Fiord, baie Patrice, latitude 65° 36′, longitude 353° 45′, 5^{h} 30′, ou		6	0

La hauteur de la marée va de 9 à 12 pieds, ſuivant les Obſervations du mois de Juillet 1772; M. de Verdun pag. 252.

Dans le Journal des Savans du 6 Mai 1675, on dit que les marées d'Autonne vont juſqu'à 20 pieds, & que le reſte de l'année elles ne paſſent gueres 16 pieds.

Ile Kilduin en Laponie, latitude 69° 30′, longitude 48° 55′	Robertſon	7	30
Cap Nord, latit. 71° 10′, long. 43° 30′	Robertſon	3	0
	Bayley	3	44

La mer monte juſqu'à 7$\frac{1}{2}$ pieds, & les marées ſont régulieres (*Philoſ. Tranſ.* 1769, pag. 270).

Archangel, voyez l'art. 150,	Robertſon	6	0

AFRIQUE ET ILES VOISINES.

	Heur.	Min.
Barbarie, le long des côtes, depuis le détroit de Gibraltar juſqu'au Cap de Geer, 10 pieds.		
Açores, dans l'île de Tercere, rade d'Angra, latit. 38° 39′, long. 350° 27′, ſuivant M. de Fleurieu, pag. 553. La mer y monte de 5 à 6 pieds, ſelon le vent; mais l'élévation ne paſſe jamais 8 pieds.	11	45
A Fayal, latit. 38° 32′, long. 349° 0′, M. Wales, le 17 Juillet 1775, trouva la haute mer à 2h 49′; la différence de hauteur 3 pieds 11 pouces; delà je conclus l'heure de la haute mer le jour de la nouvelle lune	11	31
Différence de hauteur 3 pieds 11 pouces d'Angleterre, ou 3 pieds 8 pouces de France, M. Wales, p. 140.		
Cap Cantin, Barbarie, latitude 32° 49′ N. longit. 8° 26′, Robertſon	0	0
Funchal, dans l'île de Madere, latit. 32° 38′ N. long. 0° 44′, Suivant Robertſon	12	0
Suivant M de Verdun, 21 Décembre 1771	1	0
La mer y monte de 10 à 12 pieds, ſuivant un Mem. de M. de Chezac, au dépôt de la Marine, M. de Bory étoit de cette expédition en 1754. Suivant ce Mémoire, l'établiſſement du Port eſt de	11	30
Le Capitaine Cook dit que les marées y ſont de 7 pieds (Tom. II, pag. 227).		
Iles Canaries, dans la baie de Sainte-Croix de Ténériffe, latit. 28° 27′, long. 1° 45′, Robertſon	3	0
Suivant les Habitans	0	0
Suivant M. de Fleurieu, c'eſt à 3h, & la mer monte de 12 pieds, voyage de M. Fleurieu, Tom. I, pag. 288. Voyage de la Flore, par M. de Verdun, Tom. I, pag. 113,		
Aux îles Canaries, la mer monte de 7 à 8 pieds, ſuivant M. de Verdun.	3	0
Cap Bojador, latit. 26° 12′ N. long. 4° 8′ Robertſon	0	0
Cap Blanc, latit. 20° 45′ N. long. 0° 12′ Robertſon	9	45
Iles du cap Verd, dans la rade de la Praia, au Sud de l'île de Saint-Yago, où réſide le Gouverneur Portugais, latit. 14° 53′, long. 354° 7′	6	0

	Heur.	Min.
La hauteur fut d'environ 3 pieds, ſuivant M. de Verdun, le 2 Février 1772, Tom. I, pag. 171.		
Ile de Gorée, latit 14° 40′, il y a 5 à 6 pieds de marée, ſuivant M. de Fleurieu, pag. 237; 5 pieds, ſuivant MM. des Haies, de Glos, &c. & l'Etabliſſement du Port eſt à	7	30
Suivant M. Adanſon, la hauteur de la marée eſt de 2 à 3 pieds; & l'Etabliſſement du Port	7	48
Suivant M. de Verdun, pag. 131, la hauteur eſt de 2 à 3 pieds, l'Etabliſſement	7	45
Sénégal, Suivant Robertſon	10	30
Guinée, le long des côtes, la mer monte aſſez généralement de 3 pieds, & de 5 à 6 aux embouchures des rivieres, & entre les îles. Voyez *Tranſ. Philoſ.* de 1684, n°. 158.		
Sierra Leona, latit. 8° 30′ N. long. 5° 28′, Robertſon	8	15
Riviere Saint-Vincent, ſur la côte de Grain en Guinée, il y a 8 à 9 pieds de marée pour le moins.		
Cap Corſe, Guinée, latitude 5° 12′ N. long. 17° 12′, Robertſon	3	30
La mer monte de 6 à 7 pieds pour le moins; *Tranſ. Philoſ.* n°. 178, 1684, Abr. Tom. II, pag. 268.		
Golfe de Bandi, ſur la côte de Guinée	4	0
Ile de Sainte-Hélene, 16° Sud, ſuivant les Obſervations de M. Maskelyne, faites en 1661, depuis le 12 Novembre juſqu'au 22 Décembre, *Tranſ. Philoſ.* 1662, pag. 587 & ſuiv.	2	15
La plus grande marée 39 pouces Anglois, la plus petite 20 pouces; il faut en ôter un ſeizieme pour l'avoir en pouces François.		
Ile de Loanda, entre l'île & la côte d'Angola, la mer monte de 4 à 5 pieds, & de 8 à l'embouchure de la riviere de Quanza.		
Dans l'île de la Georgie auſtrale, découverte en 1775 par le Capitaine Cook, entre 54 & 55° de latit. Sud, à 340° de long., la marée s'éleve d'environ 4 à 5 pieds (Cook, Tom. IV, pag. 83).	11	0
Cap de Bonne-Eſpérance, latit. 33° 55′ Sud, long. 36° 4′ Robertſon	3	0

	Heur.	Min.
Suivant M. de la Caille (*Mém. de l'Ac.* 1751, p. 456	2	30
La marée n'excede jamais 3 pieds, à moins qu'il n'y ait des tempêtes par les vents de N. O.; alors les rues même de la Ville, ſont inondées. M. Bailey trouva la haute mer à 2^h 26′ le 10 Avril 1774, jour de la nouvelle lune, mais il trouva la marée de 5 pieds Anglois (Wales, pag. 80).		
Falſebay, 34° 12′ de latit. méridionale, ſuivant l'Obſervation de M. Dagelet, dans ſon voyage aux Terres auſtrales	2	0
Le 21, 22 & 23 Juin 1773, la mer y montoit de 4 pieds 9 pouces à 5 pieds.		
Ile de Madagaſcar à Foulpointe, 17° 40′ de latit. 67½ de long.	1	20
La marée eſt de 3 pieds, ſuivant M. le Gentil, voyez ci-deſſus, art. 191.		
Ile de France, latit. 20° 10′, long. 75° 8′, ſuivant M. le Gentil	0	30
La mer monte d'environ 3 pieds; mais dans des coups de vent qui viennent du large, la mer s'éleve quelquefois de 5 pieds.		

Amérique Septentrionale.

Iſle de Charles, latitude 62° 47′, longitude 302° 43′ Robertſon	10	15
Cap Walſingham, latit. 62° 39′, long. 299° 47′	12	0
Iles Salvages, détroit d'Hudſon, latit. 62° 32′, long. 306° 47′ Robertſon	11	10
Latitude 61° 48′, longitude 311° 15′	9	0
Ile Cove, détroit d'Hudſon, latit. 62° 20′, long. 308° 35′, Robertſon	10	0
Iſle Saddle-Back, détroit d'Hudſon, latit. 62° 7′, long. 309° 22′	10	0
Terre-neuve; latitude 62° 4′ Nord, longitude 310° 33′, Robertſon	9	50
Iles de Button, dans le détroit d'Hudſon, latit. 60° 35′, long. 312° 15′, Robertſon	6	50
Riviere & cap Churchil, dans la baie d'Hudſon, latitude 59°, long. 284°, Robertſon	7	20
Port Nelſon, latit 57° 35′, long. 285° 5′, Robertſon	8	20
Yorck-Fort, latit. 57° 14′, long. 284° 38′	9	10

	Heu.	Min.
Cap Marie-Henriette, vers la baie d'Hudſon, latit. 55° 10′, long. 293° 25′, Robertſon	12	0
Baie d'Hudſon, latit. 54° ½, long. 294° 35′, Robertſon	12	0
La mer monte juſqu'à 16 pieds dans la baie d'Hudſon.		
Baie de Gaſpey dans l'Acadie, latit. 49° 51′, long. 313° 51′, Robertſon	1	30
Ile du Bic, latit. 48° 30′, long. 310° 47′, Robertſon	2	0
Ile de Hare, dans la riviere Saint-Laurent, latit. 48° 0′, long. 314° 11′, Robertſon	3	30
Fort Saint-Jean, 47° 39′, long. 327° 30′, Robertſon	6	0
Placentia, latit. 47° 36′, long. 325° 49′, Robertſon	9	0
Québec, latit. 46° 55′ long. 307° 47′, Robertſon	7	30
Cheignecto, dans la baie Fundi, nouvelle Ecoſſe, latit. 46° 15′ N. long. 314° 24′, Robertſon	0	45
Louisbourg, 45° 55′ de latit. & 317° 44′ de long., la mer monte de 5 pieds 8 pouces. M. de Chabert, voyage dans l'Amérique ſeptentrionale, pag. 106.	7	15
Entre l'île Royale & l'Acadie, au détroit de Fronſac, 45° 30′ de latit., 316° 30′ de long., 5 pieds 4 pouces Suivant M. de Chabert	8	30
Au paſſage de Bacareau, ſur la côte d'Acadie	8	15
La mer au Solſtice monte à près de 9 pieds.		
Au fond de la baie Françoiſe l'eau monte, à ce qu'on aſſure, de 60 à 70 pieds (M. de Chabert, p. 137).		
Dans le Port des Trépaſſés, 46° 43′ de latit., 324° 15′ de long. (M. de Chabert, pag. 163′).	6	30
Saint-Pierre de Miquelon, ſuivant les Obſervations de M. de Verdun en 1763, les marées ſont de 7 à 8 pieds	9	0
Halifax, dans la nouvelle Ecoſſe, latit. 44° 36′ N. long. 314° 11′, Robertſon	7	30
Fort de Pentagouet, environ 12 lieues dans la riviere de même nom, 44° 22′ de latit., la marée eſt de 10 pieds (M. Richer, pag. 67).	0	0
Peſcatoué, Port de la nouvelle Angleterre, 43° 7′ de latit., ſuivant M. Richer en 1670	11	15
Nouvelle Londres, New London, latit. 41° 50′, long. 305° 21′, Robertſon	1	30
Ile Longue, latit. 41° 0′, long. 304½, Robertſon	3	0
New York, latit. 41° 5′, long. 302° 44′ Robertſon	3	0
Cap Henry, dans la Virginie, latit. 36° 57′, long. 301° 12′, Robertſon	11	15
Charles-Town, ſur la riviere d'Ashley, dans la Caroline, latit. 33° 22′, long. 297° 45′, Robertſon	3	0

Mais

	Heur.	Min.
Mais il donne pour la riviere d'Ashley avec la même position	0	45
Floride. Saint-Auguſtin, latitude 30° 10′, longit. 295°, Robertſon	4	30
Cap Floride, latit. 25° 50′, long. 297° 15′, Robertſon	7	30

Iles de l'Amérique et Golfe du Mexique.

Dans les Antilles, les marées ne ſont en général que de 3 pieds, comme dans les mers libres (art. 45).

Iles Bermudes, latit. 32° 25′, long. 311° 3′. Robertſon	7	0

Marées de 4 à 5 pieds. Voyez les Tranſ. Philoſ. de 1667 & 1668, Abr. Tom. II, pag. 268.

A la Guadeloupe, latit. 16°, les grandes marées ſont pour l'ordinaire de 18 pouces, voyez les Obſervations ci-deſſus (art. 197).	6	0
La Martinique, latit. 14° 36′, ſuivant les Obſervations de M. de Verdun le 18 Mars 1772	7	30

Il n'y eut que 9 pouces de marée au Fort Royal; elle va juſqu'à 16 pouces dans les équinoxes, quelquefois même juſqu'à 3 pieds, voyez ci-deſſus art. 198.

Ile Saint-Domingue, au cap François, latit. 19° 46′, long. 305° 22′, la mer monte de 3 pieds ou $3\frac{1}{2}$, ſuivant M. de Fleurieu.

Au Mole Saint-Nicolas, latit. 19° 49′, long. 304° 10′, la mer monte de 3 pieds le jour de la pleine lune, ſuiv. M. d'Amblimont, 19 Mai 1767.

Ile de la Tortue, près Saint-Domingue, dans le baſſin, la mer monte de 5 pieds, ſuivant M. d'Amblimont, 5 Mai 1767.	6	0

A l'embouchure du Miſſiſſipi, latit. 29°, long. 288°, les grandes marées de Mars ſont de 18 pouces.

Cartagene, latit. 10° 27′ N., long. 302° 14′; eaux mortes $5\frac{1}{2}$ pieds, eaux vives 10 pieds	2	0
Portobelo, latit. 9° 33′ Sud, long. 297° 50′	8	0

Eaux mortes une vare & demie, ou 50 pouces; eaux vives 3 vares, ou 8 pieds 4 pouces.

Ces Villes étant ſituées dans le fond du golfe du Mexique, les eaux y ſont arrêtées par les îles & les preſqu'îles, & doivent s'y accumuler & s'élever un peu

plus que dans les îles du vent qui ſont à l'entrée de ce golfe.

A la Vera-Crux, voyez art. 198.

AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.

	Heur.	Min.
Cayenne, ſuivant M. Richer (Obſervations Aſtronom. 1679, pag. 67).	3	45
La mer monte de 6 pieds dans les ſyzygies, ſuivant des Obſervations faites pendant une année entiere.		
Riviere des Amazones Robertſon	6	0
Et à 200 lieues dans la riviere, il y a encore quelques pouces de marées, voyez art. 153 & 200.		
Sainte-Hélene, Camarones, baie de Saint-Grégoire, 45° latit. Sud, 309° de long.	4	0
Marées de 24 pieds, ſuivant M. Tofino, Chef d'Eſcadre des Armées Navales d'Eſpagne.		
Port Déſiré, 48° de latit., 314° de longit.	4	15
Marées de 25 pieds.		
Saint-Julien, latit. 48° 51′, ou 49° 24′ Sud, longitude 312° 25′	5	0
Suivant Robertſon	4	45
Marées de 37 pieds.		
Suivant d'autres Mémoires 6½ braſſes, ou 39 pieds Anglois, & dans les quadratures 30 à 32, & la même choſe au Port Déſiré	6	0
M. Pingré dit que l'élévation des eaux y eſt de 20 à 25 pieds.		
Iles Malouines 51½ degrés de latit. Sud, 42° de long., dans le Port de la Solidad	5	0
Marée de 7 pieds.		
Ces cinq articles ont été fournis à M. Tofino, par un habile Pilote Eſpagnol.		
Détroit de Magellan, à l'entrée orientale	11	0
Marée de 22 pieds (voyez ci-deſſus art. 204).		
Terre de Feu, détroit de Noël, 55° Sud, 307° 38′ de long.	2	30
Marées de 3 pieds, (voyez art. 209).		
Chiloe, lat. 44°, long. 304°.	0	30
L'eau monte juſqu'à 32 pieds, & avec une force étonnante.		
Callao, Port de Lima (voyez art. 210) marées de 2 pieds	6	30

	Heu.	Min.
Guayaquil (voyez art. 210), marée de 10 pieds	6	0
Panama (voyez art. 212), marée de 6 à 7 pieds	5	0

ILES DE LA MER DU SUD (voyez art. 216).

Ohitaoo, l'une des Marquiſes, lat. 10° Sud, long. 238$\frac{1}{2}$° Marée de 4 pieds.	3	0
Ile de Taïti, latitude 17°$\frac{1}{2}$ Sud, long. 228°$\frac{1}{4}$, ſuivant le Capitaine Cook, la hauteur eſt d'environ 15 pouces	0	15
Ile d'Ulietéa, latit. 16° 45'$\frac{1}{2}$ Sud, long. 226° 3', 11^h 36' du matin. Marée de 7 pouces (voyez art. 211).		
Nouvelle Zelande, ou Terre des Etats; baie de Tologa, 38°$\frac{1}{3}$ de latit. Sud, 197° de longitude, la marée eſt de 5 à 6 pieds, ſuivant le voyage de Cook, de Banks & Solander, Tom. III, pag. 95	6	0
Tanna, Port de la Réſolution, latit. 19° 32' Sud, long. 187° 25', marée de 3 pieds (voyez art. 213)	5	45
Nouvelle Hollande, latit. 15° Sud, 164° de longitude, (voyez art. 72 & 232). Marée de 8 pieds	9	15
Entre la nouvelle Hollande & la nouvelle Guinée, la marée n'arrive qu'à une ou deux heures, & monte de 12 pieds (art. 234).		

ASIE (voyez art. 192).

Iſle de Socotora, vis-à-vis le cap Guardafui, près de l'entrée de la mer Rouge, ſuivant M. Pingré	6	
Mer Rouge. Au-deſſous de Suaquem, dit M. Pingré, la mer monte de 10 pieds; dans la baie de Suaquem 4 pieds; ſur les côtes 6 pieds; mais à 7 lieues au Nord de Suaquem, on dit que la mer monte juſqu'à 22 coudées, & bien plus haut encore vers Suez.		
Aden en Arabie, la hauteur des eaux eſt de 6 à 7 pieds.		
Pondichéri, la barre eſt ſi forte, ſi haute, & déploie ſi loin; elle enleve, & ramene ſouvent tant de ſable, qu'on ne diſtingue pas toujours la marée; mais quand la mer eſt tranquille, on juge qu'elle marne de 2 à 3 pieds, ſuivant une note manuſcrite de M. le Gentil. Mais d'après quatre Obſervations faites ſur l'eau d'un puits, qui participoit au flux & au reflux de la mer, on peut croire qu'elle monte de 8 pieds au moins. Voyage aux Indes, Tom. I, pag. 700.		

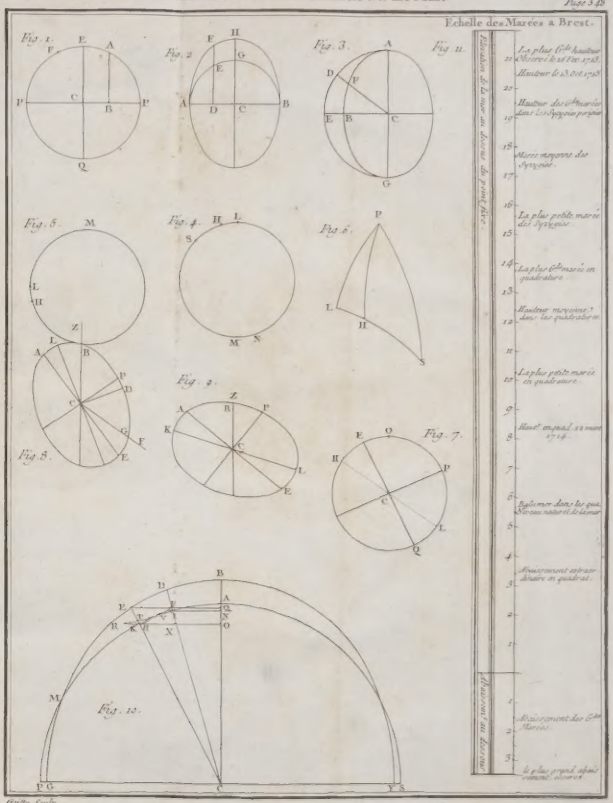
	Heur.	Min.
Aux Moluques, & ſur la côte occidentale de l'île Formoſe, la mer ne monte que 3 ou 4 pieds.		
Tamarin, île de Sokotra, latitude, 12° 30′ Nord, long. 70° 49′, Pingré, Robertſon	9	0
La mer y monte juſqu'à 12 pieds.		
Ile Rodrigue, lat. 19° 41′ Sud. longit. 80° 51′ ſuivant M. Pingré.	0	40
La mer monte d'environ 6 pieds.		

La Table que l'on vient de voir, eſt le réſultat de toutes les Obſervations que j'ai pu raſſembler; je ne puis la terminer qu'en invitant les Navigateurs à l'étendre de plus en plus, & à la compléter par de nouvelles Obſervations.

Le 3 Décembre 1780.

FIN.

De l'Imprimerie de J. Ch. Desaint, rue Saint-Jacques.


Echelle des Marées à Brest.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Elevation de la mer au dessus du point fixe.
Abaissement au dessous.
La plus Gde hauteur observée le 28 Dec. 1748.
Hauteur le 13 Oct. 1748.
Hauteur des Grandes Marées dans les Syzygies perigées.
Marées moyennes des Syzygies.
La plus petite marée des Syzygies.
La plus Gde marée en quadrature.
Hauteur moyenne dans les quadratures.
La plus petite marée en quadrature.
Haut. en pleine mer.
Eau de la mer dans les ports au tems naturel de la haute mer.
Abaissement extraordinaire en quadrat.
Abaissement des Gdes Marées.
Le plus grand abaissement observé.
Guitte Sculp.

~~p^d 81~~

Kj^a. pns. 802. D T^a. pns.